ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 OCTOBRE 1928.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE HAMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Charles-Eugène Guye**, Correspondant de l'Académie, Professeur à l'Université de Genève; à M. **Pedro T. Vignau**, Membre de l'Académie des Sciences, Professeur à l'Université de Buenos-Ayres, et à M. **A. Garcia Banus**, Professeur de Chimie organique à Barcelone, qui assistent à la séance.

GÉOLOGIE. — *Découverte de la faune de Mammifères burdigaliens des sables de l'Orléanais dans le Haut-Armagnac.* Note de MM. **Ch. Depéret** et **J. Viret**.

Le bassin du Sud-Ouest est l'un des plus riches bassins tertiaires de la France au point de vue de la succession des faunes de Mammifères terrestres depuis l'Éocène moyen jusqu'à la fin du Miocène. L'époque Miocène en particulier correspond à un remblaiement de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur de couches laguno-lacustres et continentales, *mollasses* et *calcaires*, à peine interrompues par une transgression de la mer *Helvétienne*, qui, venant de l'Atlantique, a poussé un golfe étroit, finissant en pointe un peu à l'est de la vallée du Gers.

Dans ce *bassin sous-pyrénéen*, les étages se succèdent du Nord au Sud avec une légère pente vers les Pyrénées. Dans l'étage *Helvétien* se montre, un peu au sud d'Auch, l'horizon célèbre de la *faune de Sansan*, auquel fait suite un peu plus au Sud l'horizon plus jeune (*Tortonien*) de la faune de Simorre et de Villefranche d'Astarac; plus loin encore vers le Sud, appa-

raît à Saint-Gaudens et à Montrejeau une faune terminale du Miocène moyen (étage Sarmatien). Enfin, au pied même des Pyrénées, se montre la faune du Miocène supérieur (étage Pontien) dans les lignites d'Orignac.

A cette magnifique succession de faunes Miocènes, il manquait un terme important, la faune du Miocène inférieur ou étage *Burdigalien*, c'est-à-dire la faune des sables de l'Orléanais.

Pourtant, dès 1907, notre éminent collègue de Bâle, M. Stehlin, déterminait (*Bull. Soc. géol. France*, 4ᵉ série, 7, p. 528) une espèce caractéristique du Burdigalien inférieur, le *Brachyodus onoideus* sp. Gerv., d'après une mâchoire avec les quatre dernières molaires, recueillie par Noulet dans les mollasses de Bonrepos (Haute-Garonne) et conservée au Musée de Toulouse, où nous avons pu à notre tour l'examiner; mais cette observation était restée isolée.

Il y a quelques mois, l'un de nous recevait de notre confrère le professeur Cuénot un lot d'ossements et de dents apporté à Nancy par le Dʳ Lalanne, qui séjourne en été dans l'Armagnac. Ces pièces lui avaient été remises par M. Cadéot, vétérinaire à Saint-Mézard, qui s'occupe avec ardeur de recherches scientifiques dans sa région. Elles provenaient d'une sablière exploitée irrégulièrement auprès du village de La Romieu (Gers). Nous n'eûmes pas de peine à reconnaître la faune du Burdigalien supérieur de l'Orléanais, bien caractérisé par la *mutation* de petite taille de l'*Anchitherium aurelianense*, par le *Teleoceras aurelianensis*, le *Procervulus*, etc. Forts de cette importante constatation, nous nous sommes rendus dans le Gers où nous avons entrepris une fouille, facilitée par l'intervention de M. Cadéot et de M. Céceille, propriétaire du terrain.

La fouille pratiquée sur une surface de 16^{m^2}, à 6^m de profondeur, a rencontré, au-dessous de $2^m,50$ de *limon*, des *sables blancs*, en stratification entre-croisée, sur $3^m,50$. C'est dans les couches inférieures du sable et dans les lits gréseux de la base de la formation, reposant sur une couche d'argile, que se rencontrent en abondance les ossements fossiles burdigaliens, dont la liste raisonnée sera donnée plus loin.

Mais, il est d'abord nécessaire de donner une idée générale de la géologie du Haut-Armagnac et de préciser le niveau stratigraphique de la faune.

Le meilleur point de repère inférieur est le *calcaire blanc de l'Agenais*, autrefois rapporté à l'Aquitanien inférieur et rattaché aujourd'hui au Stampien supérieur ou *Chattien*. De la région d'Agen, ce calcaire, plongeant légèrement sur le Sud, arrive vers Lectoure à peu près au niveau de la

vallée du Gers, à la cote 87-90m. Il est recouvert par des mollasses argileuses de l'Aquitanien moyen (*horizon laguno-marin de Bazas*), que couronne à la cote 110 une bande peu épaisse de calcaire grumeleux blanchâtre et jaunâtre, occupant la place du *calcaire gris de l'Agenais*, c'est-à-dire l'Aquitanien supérieur. Par-dessus commence la puissante série Miocène laguno-lacustre : ce sont d'abord des mollasses argileuses surmontées bientôt de marnes blanchâtres passant progressivement à la belle table subhorizontale du *calcaire de Lectoure* qui forme des plateaux étendus des deux côtés de la vallée du Gers, et dont le sommet atteint l'altitude de 180-182m.

C'est sur l'entablement de ce plateau que reposent les *sables blancs à Mammifères*, à stratification entre-croisée, d'origine fluvio-lacustre, qui ont dû former une assise continue, aujourd'hui démantelée en buttes isolées de toutes formes et de toutes grandeurs. Le démantèlement a dû suivre de peu le dépôt de ces sables, car la mer Helvétienne en transgression est venue déposer ses *sables fauves à Ostrea crassissima* dans les intervalles qui séparent les buttes des sables blancs, comme cela est bien visible un peu à l'est de Lectoure, à la métairie Lauba. Il faut noter que les sables marins reposent directement sur le calcaire de Lectoure, sans recouvrir nulle part les sables blancs fluviatiles.

A l'heure actuelle les buttes des sables blancs sont recouvertes partout d'un manteau continu de limon, nommé *boulbène* dans le pays, d'âge pliocène ou quaternaire (marqué a^1 sur la feuille géologique de Lectoure), qui ne laisse apparaître nulle part les sables sous-jacents. Il faut, pour atteindre ces sables, traverser ce limon, souvent épais de 2m et même davantage.

Aussi n'est-il pas étonnant que les gisements de Mammifères fossiles des sables blancs soient restés si longtemps inconnus. Pourtant quelques vagues indications ont été déjà publiées. Dès 1900, Vasseur avait signalé dans l'exploitation de sables blancs, à 3km à l'est de Lectoure, à la cote 211, des débris de Mammifères, de Crocodiles et de Tortues, le tout sans détermination. En 1925, M. Astre, dans une intéressante Note (1), indiquait aussi la découverte qu'il avait faite d'un gisement de Mammifères à 180m d'altitude, dans les couches supérieures du plateau calcaire de la rive gauche du Gers, au sud-est du village de La Romieu. Le magnifique gisement découvert par M. Cadéot, et qui fait l'objet de cette Note, se trouve également dans une de ces buttes de sables blancs surmontés de limon, au nord du même village

(1) *Bull. Soc. hist. nat. de Toulouse*, 53, 1925, p. 188.

de La Romieu. Dans notre fouille du mois d'août dernier, nous y avons recueilli des débris plus ou moins entiers de 16 espèces de Mammifères fossiles, dont la liste est la suivante :

I. Proboscidiens. — 1. *Mastodon angustidens.* Cuv. Dents généralement de petite taille, moins grandes que celles de Sansan.

II. Rhinocérides. — 2. *Teleoceras aurelianensis* Nouel. Dents nombreuses et os des pattes brachypodes. Taille le plus souvent intermédiaire entre le type du *T. aurelianensis* et le *T. brachypus* du Miocène moyen. — 3. *Acerotherium aff. platyodon* Mermier. Espèce burdigalienne du Royans.

III. Équidés. — 4. *Anchitherium aurelianense* Cuv. Mutation de faible taille, identique à la forme *type* de l'Orléanais.

IV. Suilliens. — 5. *Listriodon latidens* Biederman. Type *bunodonte* plus petit que le *L. Lockharti* de l'Orléanais. — 6. *Palæochœrus cf. Waterhousi* Pomel. Mutation burdigalienne un peu forte de l'espèce aquitanienne.

V. Ruminants. — 7. *Dorcatherium Cadeoti* n. sp., Mutation de petite taille du *D. crassum* de Sansan. — 8. *Procervulus dichotomus* sp. Gerv. (= *Antilope dichotoma* Gerv.; *Procervulus aurelianensis* Gaudry). — 9. *Palæomeryx Kaupi* v. Meyer. — 10. *Palæomeryx* plus petit, de la taille du *Dremotherium Feignouxi*. — 11. Très petit Ruminant représenté seulement par des métapodes. Il s'agit soit d'un petit *Amphitragulus*, soit d'un *Lagomeryx*.

VI. Cœnothéridés. — 12. *Cainotherium* sp. Une seule demi-molaire.

VII. Rongeurs. — 13. *Prolagus Meyeri* Tschudi, petite mutation. — 14. *Steneofiber Depereti* Mayet.

VIII. Carnassiers. — 15. *Felis* sp. Une seule carnassière supérieure privée du talon interne; plus forte que *F.-Zitteli* de La Grive.

IX. Insectivores. — 16. Une seule prémolaire d'assez grande taille.

Il faut signaler en outre de nombreuses dents de Crocodiliens et des Tortues, dont une *Testudo* de très grande taille.

Cette faune appartient sans conteste au Burdigalien, comme l'atteste le grand nombre d'espèces et surtout de *mutations* de petite taille, communes avec la faune des sables de l'Orléanais. Nous noterons toutefois l'absence jusqu'à ce jour du *Brachyodus onoideus*, qui, selon la remarque de M. Stehlin, paraît caractériser un niveau ancien du Burdigalien. La faune de La Romieu nous semble donc appartenir à la partie supérieure de cet étage, ainsi que le confirme la situation stratigraphique très élevée des sables fossilifères dans le Burdigalien du Haut-Armagnac.

Cette importante découverte paléontologique va permettre de délimiter sur les feuilles géologiques de la région un étage Burdigalien dont l'épaisseur dans le Lectourois n'est pas inférieure à 70^m.

PHYSIQUE. — *Sur l'extraction du krypton et du xénon de l'air et des gaz dissous dans l'eau.* Note de M. **Georges Claude.**

La Note de M. A. Lepape ([1]) sur l'isolement du krypton et du xénon de l'air atmosphérique a confirmé qu'en dépit de l'extrême rareté de ces gaz, il n'est pas impossible de penser à les obtenir en quantités appréciables en mettant à profit la puissance des moyens industriels actuels de liquéfaction de l'air.

Depuis de longues années, j'ai fait moi-même, dans le même sens, beaucoup d'efforts — auxquels s'attache le souvenir de mon jeune collaborateur Ribaud, disparu, ainsi qu'on se le rappelle, au cours de nos essais.

Grâce au dévouement de mes collaborateurs MM. Le Rouge et Gomonet, M. Létang et Mlle Tranchat, grâce aussi aux enseignements que j'ai trouvés dans les travaux de M. Lepape, je suis enfin parvenu à l'heureux aboutissement de ces travaux.

Ceux-ci ont été constamment guidés par la même idée qui m'a dirigé dans mes travaux antérieurs sur l'extraction des autres gaz rares de l'air : obtenir le krypton et le xénon en les extrayant, non pas d'air spécialement traité à cet effet, mais, comme de simples sous-produits, des appareils industriels à oxygène ou à azote — en s'arrangeant pour que rien ne soit changé au fonctionnement de ceux-ci.

Pendant de longues années, j'ai été écarté de tout résultat appréciable par des anomalies qui empêchent ces corps relativement peu volatils de se concentrer d'une façon importante dans l'oxygène liquide en voie d'évaporation, ce qui permettrait de les obtenir avec un rendement global satisfaisant par le traitement final de ce bain d'oxygène.

Des modes d'extraction *continue* par enrichissement méthodique d'une partie du liquide, suivant des idées voisines de celles exprimées par Barbet ([2]) et basées sur la grosse différence théorique des phases gazeuse et liquide concomitantes, ont eux aussi échoué pour les mêmes raisons. L'échec de ces méthodes est particulièrement surprenant dans le cas du xénon, qu'on n'arrive guère à concentrer dans une mesure plus satisfaisante que le krypton, malgré sa volatilité bien moindre. Ceci semble ne pouvoir s'expliquer que par des phénomènes accessoires comme celui,

([1]) *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 231.

([2]) E. Barbet, *Rectification de l'Air liquide* (Paris, Dunod et Pinat, 1918).

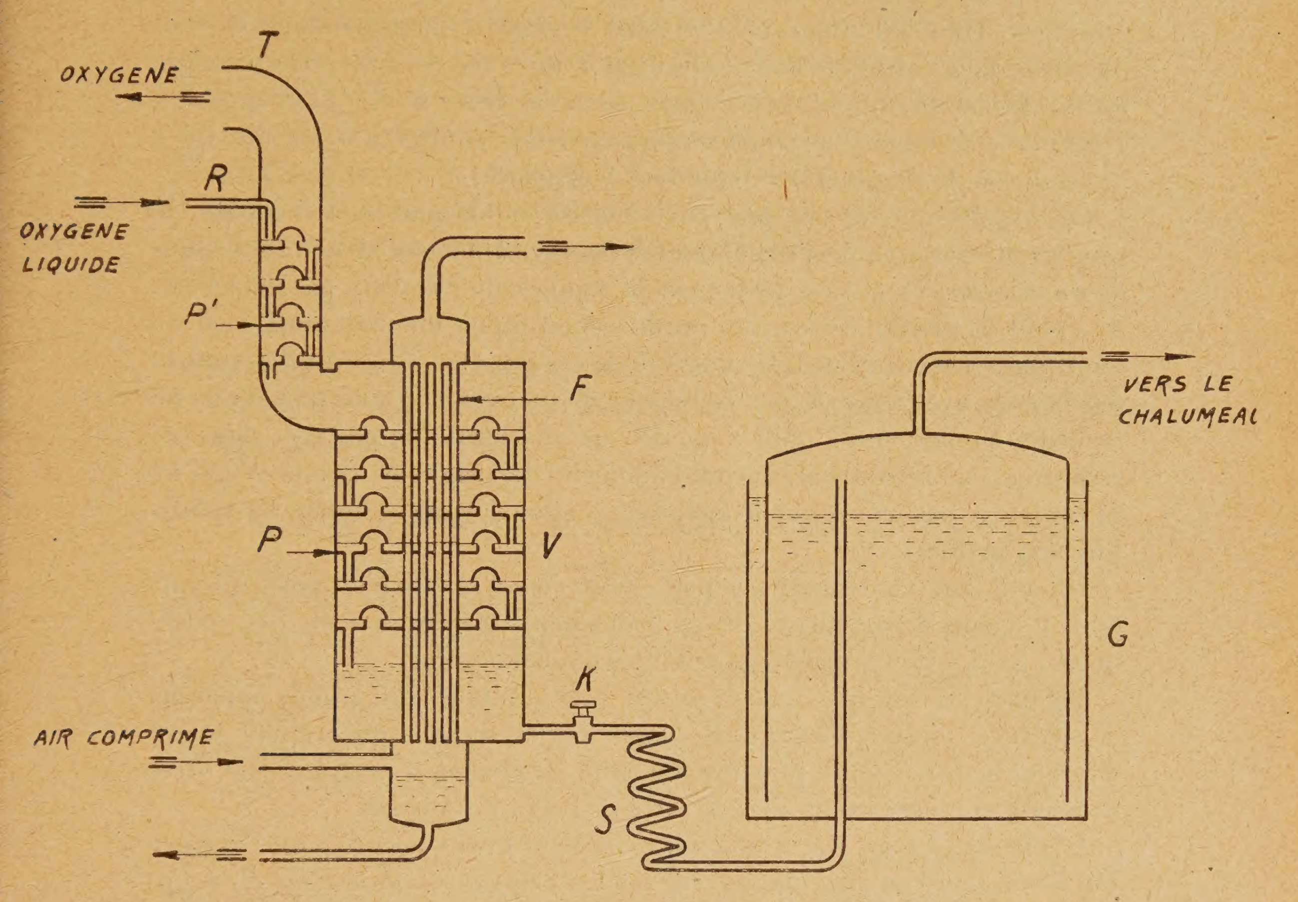
invoqué par Lepape, d'un entraînement mécanique du krypton et du xénon par l'oxygène vaporisé. C'est ainsi que ce savant n'a pu trouver, dans le bain d'oxygène liquide de ceux de mes appareils qu'il a examinés, plus de 5×10^{-5} de krypton, et que l'évaporation *lente* de ce liquide lui fournissait une teneur initiale de 1×10^{-6}, au lieu de 5×10^{-6} fourni par l'*ébullition violente normale* dans les appareils industriels examinés.

Mais si de telles causes accidentelles sont effectivement les coupables, les résultats doivent évidemment dépendre de la perfection des moyens employés pour l'évaporation des liquides et le lavage des gaz.

Dans le dispositif que j'ai réalisé avec MM. Le Rouge et Gomonet pour recueillir en fonctionnement continu le krypton et le xénon d'un appareil à oxygène traitant par heure 800^{m^3} d'air, rien n'est changé au dispositif général de mes appareils en ce qui concerne le bain d'oxygène liquide en ébullition qui alimente en oxygène gazeux la colonne à double rectification aujourd'hui classique, dans laquelle descendent le liquide riche et l'azote liquide. Dans ce bain, le krypton et le xénon subsistent sous des teneurs très faibles. Tout l'effort de la concentration se fait dans un vaporiseur auxiliaire V (voir la figure) dans lequel arrive d'une façon continue par R la partie de l'oxygène liquide destinée à fournir l'oxygène gazeux extrait de l'appareil. Cet oxygène liquide subit une série de vaporisations successives compliquées de rectifications, pendant sa descente sur de nombreux plateaux P, au contact d'un faisceau tubulaire F alimenté par une partie de l'air comprimé traité. Les gaz formés traversent le liquide de tous les plateaux au-dessus de celui où ils se forment d'une façon aussi intime que possible, à l'aide, par exemple, des dispositifs de Kuhni dont les excellents résultats ont changé la technique de la rectification en matière d'air liquide. Ces lavages soignés interviennent non seulement pour ramener vers le bas, *par rectification*, l'excès de krypton et de xénon sur les teneurs concomitantes au liquide rencontré, mais encore pour ramener *mécaniquement* ce qui est entraîné incorrectement, ainsi qu'il a été dit. Pour la même raison, l'oxygène gazeux qui sort par T du vaporiseur V est lavé soigneusement sur les plateaux P′ par l'oxygène liquide qui alimente ce vaporiseur.

De cette façon, avec quinze de ces plateaux à « évaporation et rectification simultanées », les liquides qui parviennent jusqu'au bas des plateaux peuvent atteindre une concentration relativement importante sans pertes excessives : le petit filet liquide qui s'échappe au bas de l'appareil par un robinet K convenablement réglé, et s'évapore totalement dans le serpentin S à l'allure de 400^{l} de gaz par heure, contient environ 1×10^{-3} de xénon

et krypton, et emporte sous cette forme 40 à 50 pour 100 du krypton et du xénon de l'air traité.



Pour augmenter la concentration et faciliter le traitement d'extraction, ce courant d'oxygène à 0,001 de krypton et xénon, après passage dans un gazomètre régulateur G, est brûlé dans l'atmosphère d'hydrogène d'une chambre métallique munie d'une fenêtre en pyrex; le courant d'hydrogène est assez exactement réglé (avec un léger excès d'hydrogène) pour que le courant de gaz résiduel ne représente plus que le $\frac{1}{20}$ du débit d'oxygène initial, de sorte que la teneur en Xe et Kr y est relevée vers 2 pour 100. Cette mixture passe continuellement à travers un tube de pyrex contenant, comme celui employé par M. Lepape, de la silice absorbante, et placé dans un vase de Dewar au contact indirect d'oxygène liquide. L'emploi du charbon comme absorbant est rigoureusement proscrit pour éviter des accidents.

L'hydrogène en excès ne gêne pas, n'étant que très peu absorbé par la silice et se dégageant d'ailleurs le premier lors de la récupération des gaz absorbés. Tous les jours ceux-ci sont dégagés par réchauffage et sont recueillis dans l'ordre de leurs volatilités d'après les densités. Toutes séparations faites, on obtient en moyenne 10 ou 11 litres de krypton et $0^l,8$ à 1 litre de xénon par jour, représentant environ, comme il a été dit, 40 à 50 pour 100 de ce qui est contenu dans l'air traité.

Ces résultats montrent une particularité remarquable. Ici encore, le rapport du xénon au krypton obtenu se tient sensiblement un peu au-dessous de *un dixième*, ce qui est justement le rapport de ces deux gaz dans l'air. Si c'était la totalité du krypton et du xénon qu'on obtenait ainsi, rien ne serait plus naturel. Mais la proportion de ces gaz dans l'air a été déterminée par Lepape avec assez de certitude pour qu'on puisse être certain qu'on ne recueille en fait, ainsi qu'il a été dit, qu'une partie de ces gaz; dans ces conditions, on retrouve ici encore l'anomalie déjà signalée que le xénon ne se concentre pas mieux que le krypton, comme devrait l'y forcer sa volatilité bien moindre.

On doit donc conclure que le perfectionnement réalisé n'est pas suffisant, qu'il y a sans doute encore des entraînements mécaniques et, par conséquent, qu'il reste encore des possibilités d'amélioration.

Tel quel, on voit que si ce dispositif était appliqué aux grands appareils d'oxygène — ceux de l'usine de Boulogne par exemple — qui traitent 3000^{m^3} d'air par heure, il serait possible d'obtenir de chacun d'eux plusieurs litres de xénon et plusieurs dizaines de litres de krypton par jour.

D'ailleurs, il n'est pas impossible de prévoir mieux encore pour l'avenir. On remarquera en effet que les coefficients de *solubilité dans l'eau* du krypton et surtout du xénon sont considérablement plus élevés que ceux de l'oxygène et de l'azote, soit 4 et 6 fois plus à 10°. Il en résulte que la teneur en krypton et xénon des gaz dissous dans l'eau doit être 4 à 6 fois supérieure à celle de l'air lui-même. J'ai demandé à M. Lepape de vouloir bien confirmer cette prévision en dosant, par son élégante méthode, le krypton et le xénon dans les gaz, résultant d'une extraction partielle de l'eau douce, que je lui ai remis. Il y a trouvé effectivement environ 3 fois plus de krypton et 3 fois plus de xénon que dans l'air, soit pour le krypton $(3,3 \pm 0,3).10^{-6}$ et $(3,3 \pm 0,7).10^{-7}$ pour le xénon. Ces résultats sont donc très intéressants, quoique moins bons qu'on pouvait l'espérer, peut-être par suite d'un coefficient d'extraction des gaz inférieur à moitié.

Or cette remarque est de la plus haute importance pour l'avenir des

applications de ces gaz si curieux. Il en résulte en effet que les gaz dissous extraits de l'eau doivent constituer une matière première de choix non seulement pour l'oxygène, comme on le savait déjà, mais à bien plus forte raison encore pour le krypton et le xénon. Il est donc possible qu'il y ait, pour la production de ces trois gaz, un emploi excessivement intéressant des gaz dissous que fourniront en immenses quantités les installations d'extraction d'énergie de la mer par le procédé Claude-Boucherot.

Je ne manquerai pas d'adresser à M. Lepape les gaz extraits de l'eau que je retirerai prochainement des grandes profondeurs.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la composition et de l'écrouissage sur la corrosion et le grossissement du grain de l'aluminium.* Note de MM. **Léon Guillet** et **Ballay**.

L'étude de la corrosion de l'aluminium a déjà fait l'objet d'un grand nombre de travaux, mais les résultats obtenus, en particulier quant à l'influence de l'écrouissage, sont très discordants.

L'aluminium commercial est constitué d'une solution solide contenant surtout du silicium (en proportion variable avec la température) et de constituants isolés : Al^3 Fe et Si. Une déformation à froid agit non seulement sur la solution solide qu'elle écrouit, mais aussi sur les constituants isolés, fragiles, qu'elle divise, au moins pour des valeurs importantes de la déformation. Les deux effets peuvent se faire sentir à des degrés différents sur l'attaquabilité. L'étude de l'attaquabilité de l'aluminium aussi pur que possible présente aussi un grand intérêt.

La présente Note a pour but de résumer les premiers résultats de recherches entreprises sur ce sujet.

1° *Corrosion comparée d'aluminium de puretés différentes.* — Les essais ont porté sur de l'aluminium très pur ($Al = 99,87$) et sur de l'aluminium contenant 0,72 pour 100 de fer et 0,47 pour 100 de silicium. Les échantillons en tôle de $1^{mm},5$ d'épaisseur, 25×50^{mm} de côté, avaient préalablement été recuits à 400° pendant 30 minutes au bain de sel et refroidis à l'air.

Les résultats qui figurent dans le tableau ci-après sont des moyennes de deux résultats concordants :

Nature du réactif corrodant.	Durée de l'attaque (jours).	Perte de poids en grammes par mètre carré et par jour. Al % = 99,87.	Al % = 98,81.
NO^3H 36° Baumé..	64	4,49	5,99
Solution aqueuse de HCl ($d = 1,19$) à 2 pour 100	41	0,75	3,64
Solution aqueuse de SO^4H^2 (66° Baumé) à 5 pour 100	41	1,07	0,97
Solution aqueuse de NO^3H (36° Baumé) à 5 pour 100	41	4,06	3,58
Solution aqueuse de NaCl à 3 pour 100.	64	0,023	0,056

L'aluminium pur se corrode donc moins que l'aluminium à 98,81 pour 100 non seulement dans les solutions d'acide chlorydrique, comme l'ont déjà signalé MM. Matignon et Calvet (¹), mais aussi dans l'acide nitrique pur et dans la solution de NaCl à 3 pour 100. Les deux métaux se comportent sensiblement de la même façon, pour les conditions expérimentales adoptées, dans les solutions aqueuses de NO^3H et de SO^4H^2.

2° *Influence de l'écrouissage sur la corrosion de l'aluminium.* — *a.* Une première série d'essais a porté sur les deux mêmes métaux que précédemment, écrouis par traction ou écrouis et recuits. Le degré d'écrouissage est défini par l'allongement pour 100 de l'éprouvette tractionnée. Les recuits, avant et après déformations, ont été effectués à 400° pendant 30 minutes au bain de sel avec refroidissement à l'air.

Allongement.	Perte de poids en grammes par mètre carré et par jour. Al °/₀ = 99,87.	Al °/₀ = 98,81.
Corrosion dans une solution aqueuse d'acide chlorhydrique (densité = 1,19 à 2 pour 100; durée 42 jours) :		
20 pour 100	1,99	»
20 pour 100 et recuit	1,84	»
18,6 pour 100	»	4,55
18,6 pour 100 et recuit	»	3,18
Corrosion dans l'acide nitrique à 36° *Baumé* (durée 38 jours) :		
15,8 pour 100	10,95	»
20,7 pour 100	11,14	»
15,8 pour 100 et recuit	10,84	»
11,7 pour 100	»	15,95
11,7 pour 100 et recuit	»	11,79

(¹) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 909.

L'influence de l'écrouissage sur la corrosion est donc beaucoup plus marquée sur l'aluminium à 98,81 pour 100 que sur l'aluminium pur.

b. Dans une autre série d'essais, nous avons cherché comment variait, pour l'aluminium pur (Al = 99,87 pour 100), la corrosion en fonction du degré d'écrouissage et du mode de déformation. Les résultats obtenus figurent dans le tableau ci-dessous :

Perte de poids en grammes par mètre carré et par jour (¹).
Solution d'acide chlorhydrique à 2 *pour* 100 (durée : 22 jours).

Recuit					7,19
Recuit puis allongé de	20	pour 100	par laminage		7,36
»	»	40	»	»	7,50
»	»	55	»	»	7,94
»	»	81	»	»	6,60
Recuit puis allongé de	10	pour 100	par traction		7,52
»	»	20	»	»	7,59

Il semble donc que, pour ces conditions expérimentales, la corrosion passe par un maximum pour une certaine valeur de la déformation à froid puis décroisse. Le même résultat a été obtenu avec un aluminium à 99,13 pour 100 soumis à l'action d'une solution d'acide chorhydrique à 2 pour 100, mais n'a pas été constaté avec l'acide nitrique pur comme réactif d'attaque. De nouveaux essais sont en cours à ce sujet.

3° *Influence de la composition chimique sur le grossissement du grain de l'aluminium.* — Des bandes de tôles d'aluminium, de différentes compositions, ont été recuites, puis écrouies à différents degrés, par laminage ou traction, enfin recuites de façon identique. Les dimensions moyennes des grains ont été ensuite déterminées au microscope. Le tableau ci-dessous montre que, dans l'aluminium pur, la recristallisation par recuit après écrouissage conduit à des grains beaucoup plus gros que dans l'aluminium courant.

Nombre moyen de grains par centimètre carré de section micrographiée.
Allongé par laminage puis recuit 1 *heure à* 475°.

	Al = 99,87.	Al = 99,13.
20 pour 100	7,5	56
55 »	13	246
69 »	»	510
81 »	11	»

(¹) Les résultats numériques d'une même série sont rigoureusement comparables, mais les résultats de séries différentes ne peuvent être comparés, les conditions de température et de durée de corrosion étant différentes.

M. **L. Mangin** fait hommage à l'Académie des fascicules I et II des publications du *Laboratoire maritime du Muséum national d'Histoire naturelle à l'arsenal de Saint-Servan* : I. *Description du Laboratoire*, par lui-même; II. *Sur la distribution géographique de quelques organismes de rocher, le long des côtes de la Manche*, par Édouard Fischer.

COMMISSIONS.

Par l'unanimité de 35 suffrages, MM. **A. d'Arsonval**, **H. Deslandres**, **H. Le Chatelier**, **P. Villard**, **P. Janet**, **L. Breton**, **J. Perrin** sont désignés pour faire partie, avec le Bureau de l'Académie, de la Commission du *prix Albert Ier de Monaco*.

NOMINATIONS.

Le Bureau de l'Académie, MM. **H. Le Chatelier**, **J. Hadamard**, **A. Rateau** sont désignés pour représenter l'Académie à la célébration du Centenaire de la fondation de l'École centrale des Arts et Manufactures, les 26, 27, 28 mai 1929.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° H. Ollivier. *Cours de Physique générale*. Tome second. *Thermodynamique et étude de l'énergie rayonnante*. Troisième édition.

2° A. Baldit. *Les routes aériennes de l'Atlantique. Aperçu météorologique*.

3° *Catalogue général des manuscrits des bibliothèques publiques de France*. Paris, Bibliothèque de l'Institut, ancien et nouveau fonds, par M. Bouteron et J. Tremblot.

4° D. Sensaud de Lavaud. *Différentiel à roue libre Sensaud de Lavaud*.

Théorie du différentiel épicycloïdal. Théorie générale du mouvement différentiel des roues en courbe.

5° A. Paillot. *Les maladies du ver à soie. Grasserie et dysenteries.* (Présenté par M. P. Marchal.)

6° F. H. van den Dungen. *Les problèmes généraux de la technique des vibrations.* Fascicule IV du *Mémorial des Sciences physiques.* (Présenté par M. G. Kœnigs.)

7° Bertrand Gambier. *Applicabilité des surfaces étudiées au point de vue fini.* Fascicule XXXI du *Mémorial des Sciences mathématiques.* (Présenté par M. G. Kœnigs.)

ÉCONOMIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'existence d'un indice de désirabilité des biens indirects.* Note (1) de M. **Maurice Fréchet**, présentée par M. Émile Borel.

Dans l'Ouvrage très intéressant qu'il a publié récemment (2), M. Divisia s'exprime ainsi à la page 387, paragraphe 117 : « La théorie précédente suppose essentiellement que tous les individus sont à même de déterminer leurs choix d'après leurs *goûts*. Si elle s'applique rigoureusement à ce que l'on appelle souvent les biens de consommation, on ne peut pas considérer qu'elle s'applique aussi *de plano* aux autres biens. » Et, dans la suite, M. Divisia croit devoir donner une définition particulière de l'ophélimité (de la désirabilité, préférons-nous dire avec M. Gide), des biens indirects.

La distinction ainsi posée ne se réduit pas seulement à une question de mots, puisque c'est sur elle que M. Divisia se base pour établir une théorie nouvelle de la monnaie. D'autre part, la distinction se poursuit même au point de vue mathématique, car la désirabilité d'un bien direct est une dérivée partielle, alors que, selon M. Divisia, la désirabilité d'un bien indirect n'en serait pas une.

Nous croyons pourtant que la définition classique de l'indice de désirabilité peut être appliquée aux biens indirects comme aux biens directs. Nous nous proposons de montrer qu'il suffit de *distinguer les deux moments : avant* et *après* la transformation d'un bien indirect en un bien direct, pour que les difficultés signalées par M. Divisia s'évanouissent.

Employons les notations mêmes de cet auteur. Soit $I = f(u, v, w)$ la

(1) Séance du 17 juillet 1928.

(2) F. Divisia, *Économique rationnelle*, 1928 (*Encyclopédie scientifique*, Doin).

quantité du bien direct L qui peut être produite au moyen des quantités u, v, w des biens indirects U, V, W. Soit, d'autre part, $\varphi(x, y, z, l)$ l'indice de désirabilité, pour un sujet économique déterminé, des quantités x, y, z, l des biens directs X, Y, Z, L. Nous supposons cet indice calculé *après* la transformation des quantités u, v, w des biens U, V, W dans la quantité l du bien L. Soit alors

$$\Phi(x, y, z, u, v, w) = \varphi[x, y, z, f(u, v, w)]. \tag{1}$$

Si l'on considère deux patrimoines éventuels

$$(x, y, z, u, v, w) \quad \text{et} \quad (x', y', z', u', v', w')$$

du sujet économique *avant* la transformation, il est clair que le même sujet préférera le premier au second ou inversement, selon que le patrimoine final, $[x, y, z, l = f(u, v, w)]$, résultant du premier patrimoine initial, lui paraîtra préférable au second patrimoine final, $[x', y', z', l' = f(u', v', w')]$ ou inversement. Il en sera ainsi suivant que $\varphi(x, y, z, l)$ est supérieur à $\varphi(x', y', z', l')$, ou inversement, c'est-à-dire suivant que $\Phi(x, y, z, u, v, w)$ est supérieur à $\Phi(x', y', z', u', v', w')$, ou inversement. En outre, il y aura indifférence avant s'il y a indifférence après, c'est-à-dire si

$$\Phi(x, y, z, u, v, w) = \Phi(x', y', z', u', v', w').$$

En vertu de la définition même de l'indice de désirabilité, il en résulte que l'on peut considérer $\Phi(x, y, z, u, v, w)$ comme un indice de désirabilité d'un patrimoine qui contient pourtant des biens indirects U, V, W aussi bien que des biens directs X, Y, Z.

Ainsi *les biens indirects ont, au même titre que les biens directs, un indice de désirabilité et nous savons comment le calculer.*

D'après la loi de Jevons-Walras, on aura pour les prix P_X, P_Y, P_Z, P_L, P_U, P_V, P_W de tous ces biens, dans l'état d'équilibre économique, sous le régime de la libre concurrence, les équations suivantes, écrites, les premières, en se plaçant *avant* la transformation, les dernières, en se plaçant *après :*

$$\frac{\Phi'_x}{P_X} = \frac{\Phi'_y}{P_Y} = \frac{\Phi'_z}{P_Z} = \frac{\Phi'_u}{P_U} = \frac{\Phi'_v}{P_V} = \frac{\Phi'_w}{P_W} \quad \text{et} \quad \frac{\varphi'_x}{P_X} = \frac{\varphi'_y}{P_Y} = \frac{\varphi'_z}{P_Z} = \frac{\varphi'_l}{P_L}. \tag{2}$$

En exprimant, d'après (1), les dérivées partielles de Φ connaissant celles de φ et de f, on obtiendra les équations auxquelles M. Divisia parvient par un raisonnement tout différent :

$$\frac{\varphi'_x}{P_X} = \frac{\varphi'_y}{P_Y} = \frac{\varphi'_z}{P_Z} = \frac{\varphi'_l}{P_L} = \frac{\varphi'_u f'_u}{P_U} = \frac{\varphi'_v f'_v}{P_V} = \frac{\varphi'_w f'_w}{P_W}.$$

Il semblait légitime de déduire de ces dernières, avec M. Divisia, que les indices de désirabilité élémentaires $\varphi'_u f'_u$, $\varphi'_v f'_v$, $\varphi'_w f'_w$ des biens indirects U, V, W contrairement à ceux des biens directs X, Y, Z, L, ne sont pas des dérivées partielles. Nous voyons pourtant qu'ils sont les dérivées partielles de la fonction Φ.

[Ce qui précède suppose que le sujet économique considéré procède à la transformation totale des biens indirects qu'il possède. Il serait facile d'étendre le raisonnement (comme nous l'avons fait dans notre Cours de cette année à l'Université de Strasbourg) au cas où une partie des biens U, V, W serait utilisée par le sujet économique comme bien direct.]

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Configurations remarquables de quatre droites tangentes à certaines courbes gauches.* Note de M. **Bertrand Gambier.**

1. Parmi les problèmes qui ont le plus exercé la sagacité des géomètres, nous pouvons citer ceux où *les équations sont en même nombre que les inconnues, sans qu'il y ait de solution, du moins si les données sont quelconques.* Exemples : polygones de Poncelet; ou bien, trouver une courbe plane de degré $3m$, admettant neuf points donnés avec la multiplicité m. En réalité, la plupart de ces problèmes fournissent un *système d'équations compatibles et distinctes, avec un nombre fini de solutions correspondant chacune à une dégénérescence de l'être géométrique cherché* (pour les exemples cités, polygones repliés d'Halphen ou cubique plane prise m fois). L'intérêt du problème consiste à particulariser les données de façon que les équations cessent d'être distinctes : on trouve alors *une infinité de solutions non dégénérées.* Si la définition de l'être géométrique cherché en même temps que le choix des conditions imposées sont *invariants par rapport à un certain groupe de transformations,* la simple constatation de l'égalité du nombre de conditions et de paramètres suffit pour affirmer que le problème est du type étudié ici.

2. Dans l'espace ordinaire à trois dimensions, il existe ∞^3 (ou ∞^1) transformations homographiques conservant trois (ou quatre) droites données. *Mais si trois droites données restent fixes, les transformées d'une droite donnée* D *sont en nombre* ∞^2 *et non* ∞^3 ; les génératrices d'une surface réglée R (développable ou non) livrent donc un *complexe* : conclusion, les tangentes des ∞^3 cubiques, tangentes à trois droites données T′, T″, T‴, engendrent un complexe ; chercher les cubiques gauches tangentes à quatre droites données

fournit douze équations pour douze inconnues; choisir les tangentes arbitrairement conduit à l'une des deux sécantes communes à ces quatre droites (prise trois fois); si la quatrième droite appartient au complexe relatif aux trois premières, il y a ∞^1 cubiques proprement dites. A. Voss [1] a signalé le premier ce résultat pour les cubiques avec un grand nombre de propriétés élégantes.

Donner une tangente *remarquable* (et non plus quelconque) d'une courbe gauche revient à *quatre* conditions (et non plus trois); or nous allons apprendre à définir (*d'une façon invariante par rapport aux homographies*) des courbes gauches dépendant, *au point de vue métrique*, de seize paramètres : si donc nous donnons trois tangentes remarquables, on trouve ∞^4 courbes; fixer le point de contact de ces tangentes laisse ∞^1 courbes; une quatrième tangente remarquable engendre donc une surface réglée R qui, en rendant la liberté aux points de contact, engendre un complexe et nous pouvons recommencer le raisonnement qui précède : la donnée *a priori* de quatre tangentes remarquables fournit, *en général*, simplement une des deux sécantes communes (comptée un certain nombre de fois); au contraire si la quatrième est choisie dans le complexe relatif aux trois premières, il y a ∞^1 solutions proprement dites. M. Hans Mohrmann [2] a appliqué ces considérations aux biquadratiques de genre 1 et aux tangentes aux points à plan osculateur stationnaire.

3. J'ai obtenu comme courbes gauches unicursales à 16 paramètres celles, d'ordre $m (m \geqq 4)$, n'ayant que quatre points à plan osculateur stationnaire coupées par un tel plan en m points réunis au point de contact. Une telle courbe n'a qu'un invariant projectif et se déduit par transformation homographique de la courbe particulière

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} X &= t^m + C_m^4 a t^{m-4} - C_m^5 a_1 t^{m-5} + C_m^6 a_2 t^{m-6} - C_m^7 a_3 t^{m-7} + \ldots \\ C_m^1 Y &= - C'_m t^{m-1} - C_m^5 a'_1 t^{m-5} + C_m^6 a'_2 t^{m-6} - C_m^7 a'_3 t^{m-7} + \ldots, \\ C_m^2 Z &= C_m^2 t^{m-2} + 6 C_m^4 t^{m-4} - C_m^5 a''_1 t^{m-5} + C_m^6 a''_2 t^{m-6} - C_m^7 a''_3 t^{m-7} + \ldots. \\ C_m^3 Z &= - C_m^3 t^{m-3} - C_m^5 a'''_1 t^{m-5} + C_m^6 a'''_2 t^{m-6} - C_m^7 a'''_3 t^{m-7} + \ldots, \end{aligned}\right.$$

Les quatre points en jeu sont fournis par l'équation

$$(2)\quad t^4 = a + 6t^2$$

qui permet, quand on la donne *a priori*, de remplacer successivement t^5,

---

(1) *Mathematische Annalen*, 13, 1878, p. 168-174.

(2) *Mathematische Zeitschrift*, 5, 1919, p. 268-283.

t^6, t^7, ... par les expressions

(3) $$t^{p+4} = a_p + a'_p t + a''_p t^2 + a'''_p t^3$$

exactes pour les racines de (2) : les coefficients des formules (1) sont définis en fonction de a par ce procédé.

D'ailleurs étant données deux droites (i), (k), de coordonnées plückériennes $(a_i, b_i, c_i, l_i, m_i, n_i)$ en posant $(i, k) = \Sigma a_i l_k$, les deux invariants α et β des quatre droites (1), (2), (3), (4) sont

$$\alpha = \frac{(1,2)(3,4)}{(2,3)(1,4)}, \qquad \beta = \frac{(1,3)(2,4)}{(2,3)(1,4)}.$$

Ici en écrivant

$$a = -36 \cos^2\varphi \sin^2\varphi, \qquad t_1 = -t_2 = \sqrt{6}\cos\varphi, \qquad t_3 = -t_4 = \sqrt{6}\sin\varphi,$$

on voit immédiatement que l'on a les expressions de α et β rationnelles en $\sin\varphi$, $\cos\varphi$, d'où équation du complexe en jeu, ou si l'on préfère, décomposition du complexe, rationnellement, en ∞^1 congruences linéaires.

Pour $m = 4$, exceptionnellement, les quatre tangentes remarquables sont sur une même quadrique et l'on passe, dans ce cas, de *zéro* solution (*propre*) à ∞^3 solutions.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur l'ordre de mesure d'un ensemble fermé.* Note de M. **Georges Bouligand**.

Dans une Note récente, j'ai défini l'ordre de mesure d'un ensemble fermé par la construction de Cantor-Minkowski : passage de l'ensemble donné à celui des points qui en sont distants d'une longueur $< \rho$ [1]. On peut aussi, en conformité avec la théorie moderne de la mesure, adopter le point de vue de M. Hausdorff [2]. D'où deux notions distinctes : l'ordre de mesure $(\mathcal{C}, \mathcal{M})$ de ma dernière Note et l'ordre de mesure $(\mathcal{H})$, défini comme suit. Soit un mode quelconque de recouvrement de E par une système S, que l'on peut supposer fini, de sphères de rayons $< \rho$; soit donnée une fonction $\psi(\rho)$, continue, croissante, nulle pour $\rho = 0$. Lorsque ρ tend par zéro,

(1) *Ordre de mesure et dimension des ensembles fermés* (*Comptes rendus*, 187, 1928, p. 524).

(2) Hausdorff, *Dimension und aüsseres Mass* (*Math. Annalen*, 79, 1918, p. 157-179).

la limite inférieure de la somme des valeurs de ψ pour les rayons des sphères de S tend vers une limite λ. Si $\lambda = 0$, nous dirons que l'ordre de mesure de E est inférieur à l'ordre infinitésimal de $\psi(\rho)$; si $\lambda = \infty$, que l'ordre de mesure de E surpasse l'ordre de $\psi(\rho)$. L'ordre de mesure est alors défini comme une coupure idéale dans l'échelle des croissances. Cela posé, les relations entre l'ordre $(\mathcal{C}, \mathfrak{M})$ et l'ordre $(\mathcal{H})$ se résument ainsi : le second ne peut dépasser le premier ; en outre, si l'ordre $(\mathcal{C}, \mathfrak{M})$ de E est partout au moins égal à l'ordre de $\psi(\rho)$, il en est de même de son ordre $(\mathcal{H})$. Donc si E est homogène quant à l'ordre $(\mathcal{C}, \mathfrak{M})$, il l'est quant à l'ordre $(\mathcal{H})$, avec égalité de ces ordres.

Cependant, les ordres $(\mathcal{C}, \mathfrak{M})$ et $(\mathcal{H})$ ne sont pas des notions équivalentes. L'ordre $(\mathcal{H})$ d'un ensemble dénombrable est nul; l'ordre $(\mathcal{C}, \mathfrak{M})$ de l'ensemble comprenant sur Ox les points d'abscisses n^{-1} et l'origine est 0,5.

On obtient le même entier en cherchant la limite inférieure des ordres $(\mathcal{C}, \mathfrak{M})$ et $(\mathcal{H})$ pour les homéomorphes d'un ensemble donné. Mais la discussion du minimum effectif conduit, pour les ordres $(\mathcal{C}, \mathfrak{M})$, à une classe d'ensembles plus raréfiée. On le voit dans le cas des ensembles punctiformes : la limite inférieure, qui est alors zéro, constitue un minimum effectif des ordres $(\mathcal{H})$ de *tous* les ensembles dénombrables, et un minimum effectif des ordres $(\mathcal{C}, \mathfrak{M})$ des *seuls* ensembles finis (alors que, dans ma dernière Note, j'excluais seulement de ce minimum effectif les ensembles ayant la puissance du continu).

Au point de vue de la limite supérieure des ordres $(\mathcal{C}, \mathfrak{M})$ ou $(\mathcal{H})$, on peut établir qu'elle est égale au nombre de dimensions K de l'espace euclidien où E est plongé, et atteinte comme maximum effectif, pourvu que E ne soit pas dénombrable. Si E est dénombrable (mais non fini), son ordre $(\mathcal{H})$ est nul, son ordre $(\mathcal{C}, \mathfrak{M})$ a pour limite supérieure K, laquelle n'est plus un maximum effectif.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction* $E_\alpha(y)$ *de Mittag-Leffler et les développements en série entière de la Physique mathématique*. Note de M. A. **Buhl**.

Les considérations qui suivent me semblent pouvoir s'appliquer à toutes les équations de la Physique mathématique; mais ici je m'expliquerai sur l'équation

$$\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = \frac{\partial z}{\partial x}, \tag{1}$$

au sujet de laquelle M. Émile Picard vient d'exposer d'élégants résultats [1] particulièrement commodes à utiliser.

L'équation (1) est vérifiée formellement par la série

$$(2)\qquad z = \varphi(y) + \frac{x}{1!}\varphi''(y) + \frac{x^2}{2!}\varphi^{\text{IV}}(y) + \ldots,$$

divergente si

$$(3)\qquad \varphi(y) = \frac{1}{1-y},$$

convergente si $\varphi(y) = e^y$.

Rappelons maintenant que Mittag-Leffler, pour ses besoins de sa théorie de la sommabilité [2], a créé une fonction

$$(4)\qquad \mathrm{E}_\alpha(y) = 1 + \frac{y}{\lfloor 1\alpha} + \frac{y^2}{\lfloor 2\alpha} + \ldots,$$

qui se réduit à (3) pour $\alpha = 0$, qui, pour $\alpha > 0$, est *entière* et devient e^y pour $\alpha = 1$. Dès lors, si l'on fait

$$\varphi(y) = \mathrm{E}_\alpha(y)$$

dans (2), la série obtenue est dépourvue de sens pour $\alpha = 0$ mais en a un pour $\alpha = 1$.

Si α croît de zéro à un, à partir de quelle valeur de α cette même série a-t-elle un sens ? L'exposition de M. Picard, dans les belles *Leçons* précitées (p. 7), conduit facilement à la solution de cette intéressante question. Le sens cherché existera si, la série (4) étant mise sous la forme

$$\sum \frac{\nu!}{(2\nu)!} c_\nu y^{2\nu} + \frac{\nu!}{(2\nu+1)!} c'_\nu y^{2\nu+1},$$

on a, quel que soit ν,

$$(5)\qquad c_\nu < \frac{g}{\mathrm{R}^\nu}, \qquad c'_\nu < \frac{g}{\mathrm{R}^\nu}.$$

Ici, on doit donc avoir

$$c_\nu = \frac{(2\nu)!}{\nu!\,\lfloor 2\nu\alpha} < \frac{g}{\mathrm{R}^\nu}, \qquad c'_\nu = \frac{(2\nu+1)!}{\nu!\,\lfloor (2\nu+1)\alpha} < \frac{g}{\mathrm{R}^\nu}.$$

---

(1) E. PICARD, *Leçons sur quelques types simples d'équations aux dérivées partielles avec des applications à la Physique mathématique*, 1927.

(2) Voir A. BUHL, *Séries analytiques. Sommabilité* (*Mémorial des Sc. math.*, fasc. VII, 1925). Une application toute récente de $\mathrm{E}_\alpha(y)$ à la sommabilité est due à M. Vladimir Bernstein (*Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1408).

Ces conditions s'étudient aisément au moyen de la formule de Stirling; elles ne peuvent avoir lieu que si

$$\alpha \geqq \frac{1}{2}.$$

D'ailleurs, dans le cas limite $2\alpha = 1$, on a, pour ν très grand,

$$c_\nu = \frac{2^{2\nu}}{\sqrt{\pi\nu}}, \qquad c'_\nu = 2^{2\nu}\sqrt{\frac{2(2\nu+1)}{\pi\nu}}$$

et il est immédiatement visible que les inégalités (5) peuvent avoir lieu.

On peut donc conclure que la fonction $E_\alpha(y)$ de Mittag-Leffler se révèle utile dans un domaine très différent de celui où elle a été créée. Elle paraît propre à limiter les conditions d'existence des séries entières intervenant en Physique mathématique. Il y a même plus. La fonction limite est ici

$$E_{\frac{1}{2}}(y) = e^{y^2}\left(1 + \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^y e^{-y^2}\,dy\right),$$

forme que j'ai donnée dans mes *Séries analytiques* (p. 34). Or, par l'intégrale qu'elle contient, cette expression s'avoisine à la loi de Gauss, si bien que la fonction $E_\alpha(y)$ paraît dominer les théories fondamentales du prolongement analytique, les questions de validité pour les séries *entières* de la Physique et une partie très importante du Calcul des probabilités.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes discontinus de transformations biuniformes.* Note de M. **P. J. Myrberg**, présentée par M. Hadamard.

1. Soit Γ un groupe de transformations analytiques biuniformes S_k,

$$x'_\nu = f_\nu^{(k)}(x_1, x_2, \ldots, x_n) \qquad (\nu = 1, 2, \ldots, n).$$

Nous dirons que Γ est un *groupe normal* s'il existe, dans l'espace des x, des points dans l'entourage desquels les fonctions $f_\nu^{(k)}$ sont méromorphes et forment une *famille normale* au sens de M. Montel. L'ensemble D de tous les points jouissant de cette propriété, ensemble qui se compose d'un ou de plusieurs domaines à $2n$ dimensions, sera appelé le *domaine normal* du groupe Γ. Ce domaine reste invariant pour toutes les transformations du groupe.

Δ étant un domaine fini compris dans l'intérieur de D, on peut alors, de

toute suite donnée des substitutions S_k, extraire une suite partielle

(1) $$S_{k_1},\quad S_{k_2},\quad S_{k_3},\quad \ldots,$$

telle que les fonctions correspondantes

(2) $$f_\nu^{(k_1)},\quad f_\nu^{(k_2)},\quad f_\nu^{(k_3)},\quad \ldots \qquad (\nu = 1, 2, \ldots, n)$$

convergent dans Δ uniformément vers certaines fonctions-limites

(3) $$f_\nu^{(\infty)} \qquad (\nu = 1, 2, \ldots, n),$$

lesquelles sont méromorphes dans Δ, pouvant se réduire à des constantes, y compris la valeur ∞. Nous dirons que la suite (1) est *normale* dans le domaine Δ.

En désignant par J_k le jacobien de la transformation S_k, on aura, uniformément dans Δ,

(4) $$\lim_{\nu = \infty} J_{k_\nu} = J_\infty,$$

J_∞ désignant le jacobien des fonctions-limites (3). Nous démontrerons d'abord :

Si le groupe Γ *n'admet pas de transformation infinitésimale, on aura, dans le domaine* Δ, *ou bien* $J_\infty \equiv 0$, *ou bien* $J_\infty \equiv \infty$.

En effet, si aucun de ces cas ne se présente, on constate que la suite

$$S_{k_{\nu+1}} S_{k_\nu}^{-1} \qquad (\nu = 1, 2, \ldots)$$

converge dans Δ vers la transformation identique, d'où il résulte que le groupe admet bien des transformations infinitésimales.

2. Le cas $J_\infty \equiv \infty$ pouvant se réduire, par une substitution convenable, au cas $J_\infty \equiv 0$, nous admettrons désormais cette dernière hypothèse. D'une manière générale, nous admettrons que, parmi les mineurs du déterminant J_∞, tous ceux dont l'ordre est $> N$ s'évanouissent identiquement, tandis qu'un mineur d'ordre N au moins est différent de zéro. En appliquant aux points du domaine Δ les transformations de la suite normale (1), les points transformés tendront alors uniformément vers une certaine multiplicité (m) à $2N$ dimensions.

Les points de la multiplicité (m) *appartiennent tous à la frontière du domaine normal* D *du groupe* Γ.

Soit, en effet, P un point de (m) et admettons un instant qu'il soit intérieur à D. Dans tout entourage de P il y a des points qui, par une transfor-

mation de la suite

(1′) $S_{k_1}^{-1}, \quad S_{k_2}^{-1}, \quad S_{k_3}^{-1}, \quad \ldots,$

d'indice aussi élevé qu'on voudra, seront transportés dans l'intérieur du domaine fini Δ. De (1′) on peut donc aussi extraire une suite partielle de transformations

(5) $S_{k_{\nu_1}}^{-1}, \quad S_{k_{\nu_2}}^{-1}, \quad S_{k_{\nu_3}}^{-1}, \ldots$

qui possèdent cette même propriété et dont les seconds membres, dans un certain entourage Δ_1 du point P, tendent uniformément vers des fonctions-limites méromorphes. A cause de ladite propriété, ces fonctions restent finies dans un certain voisinage du point P, et il en est donc de même de leur jacobien, vers lequel tendent uniformément les jacobiens des transformations de la suite (5). Or cette conclusion implique une contradiction, puisque le jacobien de $S_{k_\nu}^{-1}$ est égal à $\frac{1}{J_{k_\nu}}$ et que J_{k_ν}, d'après notre hypothèse, tend vers zéro lorsque $\nu \to \infty$.

3. De ce qui précède on peut conclure ce théorème :

Sous les conditions énoncées au début, le groupe Γ, *dès qu'il n'admet pas de transformation infinitésimale, est proprement discontinu dans son domaine normal* D.

Considérons, en effet, les transformés d'un domaine Δ intérieur à D par toutes les transformations du groupe Γ, et soit P un point-limite quelconque de ces transformés. Il existera une suite partielle de transformations S_k qui est normale dans Δ et dont la multiplicité-limite (m) renferme le point P. Or nous savons que tout point de (m) fait partie de la frontière du domaine D et il en est donc de même du point P. Puisque aussi tout point-limite des transformés de Δ appartient à la frontière de D, le groupe Γ est bien proprement discontinu dans ce domaine.

On sait que toute famille, composée de fonctions qui sont holomorphes et bornées dans leur ensemble dans un domaine donné, est normale dans ce domaine. Donc on aura ce théorème :

Tout groupe de transformations biuniformes qui laissent invariant un domaine fini, est proprement discontinu dans ce domaine dès qu'il n'admet pas de transformation infinitésimale.

De ce théorème, que nous avions établi dans un travail récent [1] pour

---

[1] *Acta mathematica*, 46, 1925, p. 216-335.

les groupes constitués par des transformations cremoniennes de degré borné, on tire presque immédiatement la discontinuité de la plupart des groupe connus, comme les groupes fuchsiens, hyperfuchsiens et hyperabéliens.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude électrochimique de l'action des acides sur les solutions de quelques sels de zinc.* Note (¹) de M. **J. Guéron**, présentée par M. G. Urbain.

Au cours de recherches non encore publiées s'est posée la question suivante : une solution d'un sel de zinc étant donnée, comment varie son pH, si on lui ajoute un acide, la concentration γ en zinc total étant constante?

On réalise la pile :

$$PtH^2 \mid \text{solution étudiée} \mid KCl \text{ saturé} \mid KCl \text{ saturé ou } \tfrac{n}{10} \mid Hg^2Cl^2, Hg.$$

On part de 50^{cm^3} de la solution de concentration γ, et, à température ordinaire, on ajoute simultanément, en volumes égaux, une solution du même sel, de concentration 2γ (²), et un acide de titre t. Après addition de n^{cm^3} d'acide, le titre en acide de la solution est $\Gamma = t\dfrac{n}{50+2n}$.

Après chaque addition, on mesure la f. é. m. E de la pile. On a étudié ainsi les systèmes : A. acétate de zinc-acide acétique; B. acétate de zinc-acide chlorhydrique; C. sulfate de zinc-acide sulfurique.

On trace les courbes $E = f(\log\Gamma)$ pour chaque sel et chaque concentration étudiés. Une courbe de chaque famille est reproduite figure 1.

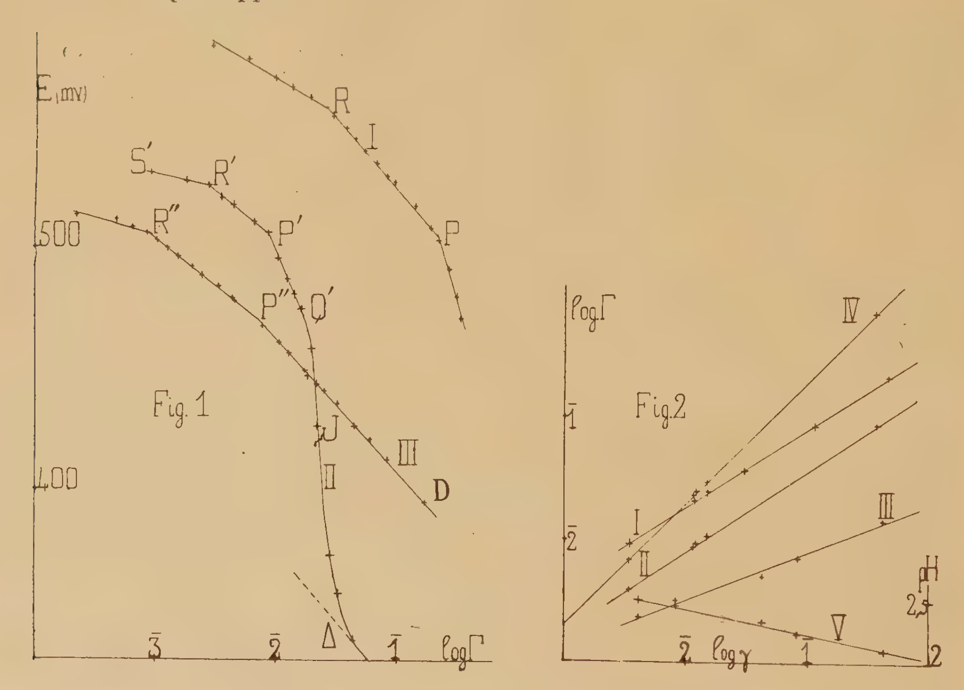
Système A. — γ varie de 0,00344 à 0,458. Les courbes (*fig.* 1, I) se composent de segments de droites. Le point P se retrouve sur les 6 courbes étudiées; son ordonnée est constante (503,5 ± 1,5 mv à 19°, ou pH 4,40 ± 0,03); son abscisse varie avec γ : on trouve (*fig.* 2, I) $\Gamma_P = 0,37\,\gamma^{0,645}$. Le point R ne s'observe que sur les courbes correspondant aux grandes valeurs de γ; son abscisse Γ_R diminuant avec γ, on admet que Γ_R finit par sortir du domaine de concentrations utilisé.

Système B. — γ varie de 0,00344 à 0,376. Les courbes (*fig.* 1, II) présentent deux régions distinctes : 1° trois segments de droites, S′P′R′Q′, analogues à ceux du système A. Le point P′ a, à 19°, la même ordonnée, indépendante de γ que le point P. Son abscisse est donnée (*fig.* 2, II) par $\Gamma_{P'} = 0,172\,\gamma^{\frac{2}{3}}$. Le point R′ correspond à des γ très petits, et, quoique net, est moins bien défini que le point P′; son ordonnée varie

(¹) Séance du 1er octobre 1928.

(²) Aten, *Rec. travaux chimiques des Pays-Bas*, 4, vi, 1925, p. 1012.

peu autour de pH 4,8; 2° le segment de droite $P'Q'$ se raccorde à une courbe qui descend rapidement et présente un point d'inflexion J; puis la descente devient moins rapide et la courbe tend vers une droite Δ dont la pente semble indépendante de γ. Les coordonnées de J sont $\Gamma_J = 2\gamma$, (*fig.* 2, IV) et $pH_J = 1{,}2 - \log\Gamma_J$. Le point J correspond donc au déplacement total, par l'acide chlorhydrique, de l'acide acétique combiné au zinc introduit. La droite Δ ne serait autre que la courbe de dilution de l'acide chlorhydrique. Quant aux trois segments de droites $S'R'$, $R'P'$, $P'Q'$, ils correspondent à ceux que l'on observe dans le système A, l'acide chlorhydrique ajouté libérant du sel de zinc l'acide acétique qui agit pour son compte. De plus, la chute du pH étant plus rapide en présence d'acide chlorhydrique, on conçoit que les droites à peu près parallèles qui représentent $\log\Gamma_P$ et $\log\Gamma_{P'}$ en fonction de $\log\gamma$ soient décalées l'une par rapport à l'autre.



Système C. — γ varie de 0,00452 à 0,452 : 1° les courbes (*fig.* 1, III) sont analogues à celles du système A, mais l'ordonnée de P'' varie avec γ, au contraire de celles de P et de P'. P'' est défini par $\Gamma_{P''} = 0{,}020\,\gamma^{0,40}$ (*fig.* 2, III) et $pH_{P''} = 2{,}02 - 0{,}20 \log\gamma$ (*fig.* 2, V) d'où l'on tire : $[H_{P''}] - \Gamma_{P''} = \text{const. } 220$; 2° la pente α des droites $P''D$ est approximativement indépendante de γ. D'autre part, nous avons tracé, pour l'acide sulfurique pur, la courbe $pH = f(\log\Gamma)$. Dans l'intervalle de concentrations qui nous intéresse, cette courbe est une droite de coefficient angulaire inférieur à 1 [1]. De la

---

[1] Cela était prévisible puisqu'une solution d'acide sulfurique de pH = 0 est une liqueur binormale; à 22°, $\lambda = 0{,}520$.

valeur en pH de ce coefficient angulaire, on passe aisément, la température étant connue, à sa valeur en volts λ (1), et l'on constate que $\frac{|\alpha - \lambda|}{\lambda}$ est inférieur à 0,02. Nous pouvons donc considérer les droites P″D comme les courbes de dilution de l'acide sulfurique; elles sont analogues aux droites Δ.

Si, à γ constant, on diminue Γ par dilution, les points P se reproduisent dans les limites des erreurs d'expérience : ils correspondent donc à un phénomène réversible.

Ainsi dans les solutions étudiées, l'acide finit par se diluer comme il le ferait dans l'eau pure, mais, auparavant, il prend part à des réactions — constituant le recul de l'hydrolyse — dont les isothermes présentent des discontinuités attribuables à des modifications, ou à la disparition, des produits d'hydrolyse colloïdaux révélés, dans nos solutions, par l'existence du phénomène de Tyndall.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation quantitative du baryum et du calcium.* Note (2) de Mme et M. **M. Lemarchands**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

Nous nous sommes proposé d'étudier les réactions réversibles qui se produisent lors de la précipitation, par l'acide sulfurique, d'une solution des chlorures de baryum et de calcium, en milieu chlorhydrique, à 100°. Nous avons déterminé l'importance du phénomène de dissolution du sulfate de baryum dans les solutions de HCl et de $CaCl^2$.

Notre étude comprend :

1° La détermination préalable de la solubilité de $BaSO^4$ dans l'eau pure à 100°;

2° Celle de la solubilité de ce sel dans les solutions d'acide chlorhydrique, c'est-à-dire l'étude de l'équilibre

$$BaSO^4 + 2HCl \rightleftharpoons H^2SO^4 + BaCl^2;$$

3° Celle de la solubilité du sulfate de baryum dans les solutions de $CaCl^2$, c'est-à-dire l'étude de l'équilibre

$$BaSO^4 + CaCl^2 \rightleftharpoons CaSO^4 + BaCl^2.$$

Les opérations de dissolution ont été faites dans nn ballon de quartz

(1) *Loc. cit.*

(2) Séance du 1er octobre 1928.

transparent ne cédant aucune trace de silice à l'eau bouillante. Nous pesions $BaSO^4$ non dissous et, pour contrôle, celui entré en solution après évaporation en présence de SO^4H^2 et calcination à 650°. Dans le troisième cas, le sulfate de baryum non dissous.

Solubilité de $BaSO^4$ *dans l'eau à* 100°. — Pour 1000g d'eau nous avons trouvé, dans 5 expériences successives, les poids suivants exprimés en milligrammes :

11,83, 18,7, 30,5 23,3, 21,6.

La solubilité à 100° présente les mêmes anomalies qu'à la température ordinaire. Lorsque les grains ont un diamètre plus petit que 1μ,7, la solubilité peut atteindre le triple de la solubilité normale : celle-ci est de 11mg,8 par 1000g d'eau à 100° (0,0505 millimol.-gr.).

Solubilité de $BaSO^4$ *dans les solutions chlorhydriques à* 100°. — Le sulfate de baryum étant corps de fond et sa solubilité étant bien déterminée, nous avons, au cours de 7 expériences, obtenu les résultats suivants :

Tableau I. — *Concentrations en millimol.-gr. pour* 100g *d'eau.*

Expériences.	$BaSO^4$.	HCl.	$BaCl^2$.	HSO^4.
1	0,0505	215,5	0,905	0,905
2	»	283,5	0,978	0,978
3	»	289	0,913	0,913
4	»	1540	2,51	2,51
5	»	1107	1,97	1,97
6	»	1480	2,45	2,45
7	»	1482	2,11	2,11

Solubilité de $BaSO^4$ *dans les solutions de chlorure de calcium.* — Le tableau II donne les résultats acquis dans 13 expériences d'équilibre.

Tableau II. — *Concentrations en millimol.-gr. pour* 1000g *d'eau.*

Expériences.	$BaSO^4$.	$CaCl^2$.	$BaCl^2$. — $CaSO^4$.
1	0,0505	6	0,290
2	»	17,6	0,316
3	»	31	0,272
4	»	92,8	0,226
5	»	185,4	0,331
6	»	186,4	0,295
7	»	186,9	0,297
8	»	275,6	0,366
9	»	293,6	0,346
10	»	407.5	0,497
11	»	409,5	0,468
12	»	444,5	0,460
13	»	478.6	0,376

Les constantes d'équilibre pour les concentrations en HCl s'étageant entre 215 et 1482 millimol.-gr. sont :

Avec la formule de Guldberg et Waage.......... $K_1 = 9,25.10^{-3}$
Avec la formule Le Chatelier-Van't Hoff........... $K_2 = 6,30.10^{-6}$

Pour les solutions de $CaCl^2$ de concentration variant de 90 à 480 millimol.-gr.

$$K_1 = 0,62.10^{-4},$$
$$K_2 = 7,5\ .10^{-4}.$$

Conclusions. — L'action dissolvante de HCl est à souligner. Dans une solution renfermant $0^g,39$ d'acide sulfurique libre par litre, 10^g de HCl, $76^{mg},4$ de $BaSO^4$ restent dissous. Si la précipitation a lieu dans 100^{cm^3} de solution $7^{mg},6$ de SO^4Ba restent en solution. Si la quantité de baryum à doser est 1 millimol.-gr. ($0^g,2334$ $BaSO^4$), l'erreur relative sur le dosage sera presque de $\frac{1}{30}$, erreur considérable dans un dosage pondéral.

Le pouvoir dissolvant du chlorure de calcium est bien moindre et varie fortement avec la teneur de ce sel dans la solution. Il est minimum lorsque sa concentration varie entre 10 et 270 millimol.-gr. par litre, c'est-à-dire de 0,1 à 3 pour 100.

CHIMIE MINÉRALE. — *Phosphates et arséniates du manganèse quadrivalent.* Note de MM. **V. Auger** et **Al. Yakimach**, présentée par M. G. Urbain.

Les composés, dans lesquels le manganèse quadrivalent est uni à des acides, sont assez peu connus ; on a décrit des fluosels cristallisés, et l'on a prouvé l'existence du Mn^{IV+} dans la solution sulfurique brune provenant de l'électrolyse d'une solution de sulfate manganique (3).

Nous avons pensé que les acides phosphorique et arsénique seraient, parmi les acides oxygénés, les plus aptes à fournir des composés du manganèse quadrivalent, car on connaît des sels et des complexes de ces anions qui présentent quelques analogies avec les fluosels.

Phosphates manganiques (4). — Une solution concentrée de PO^4H^3, chauffée au bain-marie avec du MnO^2 hydraté ou MnO^4K en poudre, fournit rapidement une solution brune contenant le manganèse à l'état quadrivalent, mais il ne nous a pas été possible d'en retirer un produit cristallisé car, pendant l'évaporation par le chauffage, il se dépose du phosphate manganique (3) gris, insoluble, avec dégagement de O^2.

Nous avons été plus heureux avec les sels complexes : un mélange de

phosphate diammonique et de permanganate, additionné d'eau et chauffé avec précaution, fournit, en dégageant NH^3, une solution brune, qui, par refroidissement, laisse déposer de belles tables rhombiques d'un noir brillant. L'eau mère peut être évaporée sans décomposition apparente, mais elle ne laisse qu'une masse résineuse, soluble en brun dans l'eau. Les cristaux, soumis à l'analyse, ont donné des chiffres correspondant à la formule brute $MnP^2O^9H^2(NH^4)^2$. Il se dégage 1 molécule de O^2 lorsqu'on fait agir sur la solution acidulée un excès de H^2O^2, ce qui indique 1 atome de O actif correspondant au passage de MnO^2 à MnO. Nous pouvons ainsi établir une formule rationnelle de ce complexe qui doit être noté

$$O : Mn : [PO^4(NH^4)H]^2$$

et qu'on peut nommer *mangani-*(4)*-phosphate d'ammonium.*

Analyse.

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $MnP^2O^9(NH^4)^2H^2$.
Mn	18,25	18,36
P	20,61	20,75
NH^4	12,00	12,06
O (actif)	5,32	5,34

Arséniates manganiques (4). — Les composés arséniques semblent beaucoup plus stables que les phosphates : nous avons pu obtenir un acide mangani-(4)-arsénique bien cristallisé et plusieurs mangani-arséniates.

Acide mangani-(4)*-arsénique* $Mn(AsO^4H^2)^4$. — On peut l'obtenir par trois procédés : dissolution de MnO^2 hydraté dans l'acide arsénique en solution concentrée; action de cet acide sur le permanganate; action d'un mélange de nitrate manganeux et de permanganate sur l'acide.

Les procédés les plus commodes sont les deux derniers; en chauffant au bain-marie, la solution laisse déposer une poudre couleur chair, et le produit formé peut être isolé après refroidissement, dilution, essorage au vide et lavage rapide à l'eau froide pour enlever l'excès d'acide arsénique. Le produit obtenu, séché au dessiccateur se présente sous la forme de poudre microcristalline, insoluble dans l'eau, mais décomposée par contact prolongé par suite d'une hydrolyse qui le scinde en acide arsénique et MnO^2 hydraté. L'ammoniaque et les carbonates alcalins l'attaquent en formant un mélange d'arséniates alcalin et de mangani-(4)-arséniate. Un chauffage prolongé de cet acide avec un peu d'eau décompose le produit en arséniate de manganèse (3).

Analyse.

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $Mn(AsO^4H^2)^4$.
Mn	8,73	8,86
As	48,05	48,46
O(actif)	2,80	2,58

Mangani-4-arséniate d'ammonium $O:Mn:[AsO^4(NH^4)^2H]^2$. — Ce sel ressemble absolument au phosphate correspondant ; nous l'avons préparé par deux méthodes : chauffage au bain-marie en présence d'eau, d'un mélange de permanganate de potassium et d'arséniate diammonique, ou bien en saturant, avec beaucoup de précautions, une suspension aqueuse de l'acide manganiarsénique, au moyen d'ammoniaque diluée. Ce second procédé ne doit être appliqué qu'avec beaucoup d'attention, car un excès d'ammoniaque détruit la molécule et l'on obtient un dépôt de MnO^2 hydraté. La formule du sel obtenu nous montre que la moitié de l'acide a été détachée de la molécule primitive : en effet, par cristallisation, la solution laisse déposer un mélange des gros rhombes du sel manganique et de prismes blancs d'arséniate d'ammonium. La séparation des cristaux peut être facilement effectuée à la pince.

Analyse.

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $MnO[AsO^4(NH^4)H]^2$.
Mn	14,18	14,08
As	38,67	38,43
NH^4	9,19	9,24
O (actif)	4,39	4,1

Nous avons constaté qu'il était possible d'obtenir d'autres sels mangani-4-arséniques et nous continuons nos études sur les sels complexes dérivés des acides mangani-4-arsénique et phosphorique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dodécanediol*-1.12. Note de M. **Lespieau**, présentée par M. Charles Moureu.

Le bromure de pentaméthylène, réagissant sur le magnésium en présence d'éther, fournit un mélange de composés répondant à la formule générale $(CH^2)^{5n}(MgBr)^2$, avec n égal à 1, 2, 3, ..., la proportion de chacun de ceux-ci diminuant très rapidement quand n augmente d'une unité.

Si à ce mélange on ajoute de l'éther chlorométhylique, il s'y forme des diméthylines $(CH^2)^{5n}(OCH^3)^2$, mais aussi des monométhylines $CH^3.(CH^2)^{5n}OCH^3$.

Cette addition a été faite par M. Dionneau [1], en vue d'obtenir la diméthyline de l'heptanediol-1.7, c'est-à-dire celle pour laquelle *n* est égal à deux. En fait il a pu préparer ainsi 47^g de ce diéther en partant de 138^g de dibromopentane. Je suis d'accord avec M. Dionneau sur ce rendement et sur les propriétés du corps obtenu, mais en même temps j'en ai rencontré d'autres, qui ne me paraissent pas avoir été signalés jusqu'ici, tels sont :

1° Le méthoxyhexane $CH^3.(CH^2)^5OCH^3$, liquide bouillant à 124°-125°, ayant à 19°, pour densité 0,7897 et indice D 1,4065, ce qui implique une réfraction moléculaire 36,12; la théorie voulant 36,17. Analyse : C 72,21; H 13,90; cryoscopie acétique 118. La présence de ce corps ne peut être attribuée qu'à une réaction de l'éther chloré sur une seule des deux extrémités du dimagnésien $BrMg(CH^2)^5MgBr$. J'ai déjà signalé un résultat analogue dans l'attaque du même magnésien par le dibromopropylène-2.3.

2° Le diméthoxydodécane $CH^3O(CH^2)^{12}OCH^3$; ce diéther est mentionné dans la Thèse de M. Dionneau (*loc. cit.*, p. 88, en note); il est dit à cet endroit que ce composé a été obtenu par M. Baudouin, qui attaquait par le sodium l'iodométhoxyhexane-1.6; le point d'ébullition serait 182° sous 35^mm, le point de fusion 13-14°, la densité à 18° 0,8559. Il n'en est pas fait d'autre mention dans la littérature. Les constantes que j'ai obtenues sont : ébullition 156°-156°,5 sous 13^mm; fusion très nette à 11°,5; à 22° densité 0,8563, indice 1,436, d'où une réfraction moléculaire 70,23, théorie 70,14. Analyse : C 72,96; H 13,54; cryoscopie acétique 240.

J'ai eu en ma possession ce qui restait du travail de M. Baudouin, trois échantillons ne pesant pas ensemble plus de 3^g; je les ai soumis à quelques congélations fractionnées, et j'ai ainsi retrouvé le point de fusion 11°,5 net.

3° Divers produits bouillant de 200 à 360° sous 11^mm, plus légers que l'eau, se prenant en pâte par refroidissement, dont il ne m'a pas été possible de tirer un corps défini. Une portion, fondant mal vers 66°, a donné à l'analyse des nombres s'accordant assez bien avec la diméthyline pour laquelle *n* serait égal à 6 : C 79,69; H 13,77.

En possession de la diméthyline du dodécanediol-1.12, il était indiqué d'en dériver le glycol lui-même, puisque celui-ci n'a pas encore été décrit.

---

(1) *Thèse de doctorat*, Paris, 1914, p. 68 et 69.

On y arrive par un chemin classique : attaque de la diméthyline par l'acide bromhydrique gazeux à 100°, ce qui donne la dibromhydrine du glycol presque pure d'emblée, passage de ce corps à la diacétine, grâce à l'action de l'acétate d'argent en présence d'acide acétique, saponification de cette acétine par la quantité théorique de sodium dissoute dans l'alcool méthylique aqueux, évaporation dans le vide et reprise par un mélange d'alcool et d'éther.

La dibromhydrine $CH^2Br(CH^2)^{10}CH^2Br$ cristallise par évaporation de ses solutions éthérées, on l'a en petites aiguilles assez jolies en redissolvant dans l'acide acétique tiède et laissant refroidir. Ces cristaux fondent à 38°,5-39° ; on y a trouvé : Br 49,03. Cryoscopie 318.

La diacétine $(CH^3.CO^2)^2(CH^2)^{12}$ cristallise par évaporation de ses solutions éthérées, mais mieux encore par refroidissement de ses solutions dans l'alcool tiède. Elle fond à 36°,5-37°,5.

Le glycol $CH^2OH(CH^2)^{10}CH^2OH$ est en cristaux blancs, très peu solubles dans l'éther ; on l'a bien cristallisé par refroidissement de ses solutions tièdes dans l'alcool aqueux ou le benzène. Il fond alors à 80°-81°. Analyse : C 71,01 ; H 12,87.

BOTANIQUE. — *Mutation en mosaïque.*

Note de M[lle] **L. Remy**, présentée par M. L. Mangin.

Le phénomène de l'hybridité en mosaïque est bien connu depuis les recherches de Naudin sur l'hybridité chez les végétaux (1854-1869), mais jusqu'ici la mutation en mosaïque, tout à fait indépendante de l'hybridité en mosaïque, n'a jamais été étudiée. Il est probable pourtant que les observateurs ont dû la rencontrer. Mais ils l'ont confondue avec l'hybridité en mosaïque, prenant le mutant pour un hybride. La mutation en mosaïque se produit cependant chez des individus purs d'hybridation. Voici dans quelles conditions je l'ai observée.

Des plantes de pois mutantes possédant de très nombreux caractères variétaux positifs dus, d'une part à des acquisitions nouvelles des gamètes « affolés » des ascendants et d'autre part à l'accumulation de ces caractères nouveaux sur lesdites plantes à la suite de croisements, furent suivies en vue d'étudier la tendance qu'offrent de telles plantes à présenter des mutations régressives. Les individus sélectionnés avaient une formule génétique connue, ils étaient homozygotes pour tous leurs caractères.

Je constatai que la tendance de ces individus à présenter des mutations régressives ne se manifestait pas seulement dans les gamètes, mais fréquemment aussi dans les tissus végétatifs. Ceux-ci offrant alors des parties différentes disposées en mosaïque, les unes montrant groupés les caractères correspondant à la formule génétique des plantes considérées, les autres montrant des caractères régressifs tout à fait nouveaux et jamais offerts par les ascendants immédiats ou lointains de ces plantes. Ainsi, par exemple, une plante ne donnant que des graines jaunes à enveloppe colorée, provenant elle-même de parents à graines exclusivement jaunes et à fleurs colorées, a produit des graines à portions juxtaposées jaune foncé et vert foncé ; sur les plages jaunes, l'enveloppe de la graine était restée colorée, sur les plages vertes, l'enveloppe de la graine était dépourvue de coloration. Les parties vertes étaient plus ou moins épaisses. Il ne s'agissait pas de graines jaunes restées partiellement vertes : les plages vertes étaient d'un vert foncé, elles se détachaient, sans transition, par un contour net, des parties restées jaune foncé, et de même les contours correspondants des portions colorées et non colorées de l'enveloppe de la graine étaient nettement délimités. La mutation en mosaïque de l'enveloppe de la graine était d'ailleurs indépendante aussi de celle de la graine et plus fréquente que celle-ci.

Les mutations en mosaïque obéissent aux règles de l'hybridité en mosaïque :

1° Les mutations végétatives ne sont pas nécessairement superposées à des mutations correspondantes dans les gamètes reproducteurs, bien que cette concordance se rencontre aussi. Par conséquent, les mutations végétatives peuvent ne pas être héréditaires quoique la tendance à les produire soit transmissible puisqu'elle dépend de la formule génétique des gamètes.

2° La mutation végétative en mosaïque s'opère surtout sur les organes les plus différenciés (graines, enveloppe des graines, etc.

3° Elle apparaît tardivement aux sommités des rameaux par suite lorsque la plante est déjà âgée. Ainsi, la plante prise comme exemple donnera des graines à enveloppe uniformément colorée au début de l'été et à plages décolorées au milieu et vers la fin de la saison. Toutes les graines, dont la formule génétique n'a pas varié, récoltées sur la plante (qu'elles soient uniformément colorées ou à plages décolorées), produisent à leur tour des plantes ayant les mêmes tendances à présenter des mutations en mosaïque qui apparaissent dans les mêmes conditions sur les plantes filles que sur les plantes mères.

5° J'ai constaté que des malformations ou tout au moins une vigueur et

une conformation moins bonnes de l'embryon étaient souvent visibles sur les graines offrant des mutations en mosaïque.

On retrouve dans cette énumération toutes les règles de l'hybridité en mosaïque. Les plantes qui présentèrent des mutations en mosaïque étaient pourtant, je tiens à le répéter, bien homozygotes et les caractères régressifs qu'elles offrirent n'avaient même jamais été observés sur les plantes stables d'où les mutants tiraient leur origine.

Ces analogies entre le phénomène de l'hybridité en mosaïque et celui de la mutation en mosaïque sont intéressantes. Vraisemblablement, ces deux phénomènes dépendent des interactions, directes et indirectes, dans chaque cellule du végétal, des facteurs héréditaires. Or ces phénomènes s'accusent à mesure que les conditions externes et internes qui déterminent la différenciation des tissus deviennent plus agissantes. Avec ces mêmes conditions croît donc la puissance d'action et de réaction des facteurs héréditaires.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Le glucoside à salicylate de méthyle du* Gaultheria procumbens *L. est le monotropitoside*. Note de M. **M. Bridel** et Mlle **S. Grillon**, présentée par M. L. Mangin.

Le monotropitoside est le glucoside générateur de salicylate de méthyle que l'un de nous a découvert, en 1923, dans le *Monotropa Hypopitys* L. [1] et qu'il a retrouvé, en 1924, dans l'écorce fraîche du *Betula lenta* L. [2] et dans les racines fraîches de trois espèces de Spirées [3].

Il est formé de l'union d'une molécule de salicylate de méthyle, d'une molécule de glucose et d'une molécule de xylose avec élimination de deux molécules d'eau. Le glucose et le xylose se trouvent combinés sous forme de primevérose que l'on obtient par hydrolyse fermentaire [4].

---

(1) M. Bridel, *Étude biochimique sur la composition du* Monotropa Hypopitys *L.* 2e Mémoire: *Obtention d'un nouveau glucoside à salicylate de méthyle, la monotropitine* (*Comptes rendus*, **177**, 1923, p. 642).

(2) M. Bridel, *Sur la véritable nature du glucoside à salicylate de méthyle existant dans l'écorce fraîche du* Betula lenta *L.* (*Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 1310).

(3) M. Bridel, *Sur la présence de la monotropitine dans les racines fraîches de trois espèces de Spirées:* Spiræa ulmaria *L.*; S. filipendula *L.*; S. gigantea, var. *rosea* (*Bull. Soc. Chim. biol.*, **6**, 1924, p. 679).

(4) M. Bridel, *Sur l'hydrolyse fermentaire du monotropitoside* (monotropitine) (*Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 991).

La composition du *Gaultheria procumbens* L. a déjà fait l'objet de nombreux travaux. On y a signalé, entre autres, l'arbutine, l'éricoline, l'ursone et la gaulthérase, ferment soluble hydrolysant le glucoside à salicylate de méthyle du *Betula lenta* L. A notre connaissance, le seul travail se rapportant à l'état sous lequel se trouve le salicylate de méthyle dans cette plante est celui de Procter, de 1844 [1]. D'après Procter, le salicylate de méthyle existerait à l'état libre dans le *Gaultheria procumbens* L. et non à l'état glucosidique.

Pour mettre en évidence la présence d'un glucoside à salicylate de méthyle, nous avons opéré sur un extrait de la plante fraîche, préparé, sur nos indications, par les soins de M. J. V. Lloyd, à Cincinnati (États-Unis).

La plante fraîche a été jetée dans trois fois son poids d'eau bouillante additionnée de carbonate de calcium. On a laissé bouillir pendant 20 minutes. Après refroidissement, la plante a été broyée et épuisée par une nouvelle quantité d'eau. Les solutions aqueuses ont été distillées, sous pression réduite.

L'extrait ainsi préparé ne dégage aucune odeur de salicylate de méthyle. Cette odeur se développe avec intensité quand on fait agir, dans certaines conditions, la rhamnodiastase sur une solution aqueuse de l'extrait.

Contrairement à l'opinion de Procter, il existe donc un glucoside à salicylate de méthyle dans la gaulthérie fraîche. Nous avons obtenu ce glucoside à l'état cristallisé de la façon suivante :

On a épuisé 250^g d'extrait, à trois reprises, par 1^l d'alcool à 95^c bouillant. Les solutions alcooliques, réunies, ont été distillées à sec, sous pression réduite, et le résidu, pesant 120^g, a été traité, à l'ébullition, par l'éther acétique hydraté, additionné de 5 pour 100 d'alcool à 95^c.

Le glucoside a cristallisé, dans les quatre premiers traitements, en très beaux cristaux prismatiques. On en a obtenu $7^g,35$, ce qui représente un rendement de 4^g pour 1^{kg} de plante fraîche.

On l'a purifié par cristallisation dans l'acétone à 8 pour 1000 d'eau.

On a obtenu, finalement, 4^g de glucoside pur que ses propriétés identifient, en toute certitude, avec le monotropitoside.

Traité, en poudre, par l'acide sulfurique concentré, il dégage l'odeur de salicylate de méthyle. Sous l'action de l'orcine, en présence d'acide

---

(1) W. PROCTER, *Observations on the volatile oil of* Betula lenta, *and on Gaultherin, a substance which, by its decomposition, yields that oil* (*Amer. Journ. Pharm.*, 15, 1843-1844, p. 241).

chlorhydrique, à chaud, il donne la coloration violette caractéristique des pentoses. Il fond à $+179°,5$.

Son pouvoir rotatoire, en solution aqueuse, a été trouvé de $\alpha_D = -57°,91$ ($p = 0,1885$; $v = 10$; $l = 2$; $\alpha = -2°11'$).

Il renferme 3,85 pour 100 d'eau. Le pouvoir rotatoire du produit anhydre est donc de $-60°,21$.

Hydrolysé, à $+100°$, par l'acide sulfurique à 3 pour 100, il fournit du salicylate de méthyle, et 73,97 pour 100 de sucre réducteur, exprimé en glucose (théorie pour le monotropitoside : 73,99).

Sous l'action de la rhamnodiastase, la rotation d'une solution aqueuse à $2^g,785$ pour 100^{cm^3} a passé, en 4 jours, de $-3°18'$ à $-1°$; on percevait nettement l'odeur de salicylate de méthyle et la solution renfermait, pour 100^{cm^3}, $0^g,705$ de sucre réducteur, exprimé en glucose.

Toutes ces propriétés sont celles du monotropitoside : il ne subsiste donc aucun doute sur l'identité du glucoside à salicylate de méthyle du *Gaultheria procumbens* L.

Le monotropitoside se montre, ainsi, très largement répandu dans le règne végétal puisqu'on l'a trouvé dans les trois grands groupes des Dicotylédones : Apétales (*Betula lenta* L.); Gamopétales (*Monotrapa Hypopitys* L. et *Gaultheria procumbens* L.); Dialypétales (Spirées).

CYTOLOGIE. — *Sur les particularités de l'appareil mitochondrial de quelques cécidies.* Note de M[lle] **M. L. Verrier**, présentée par M. L. Bouvier.

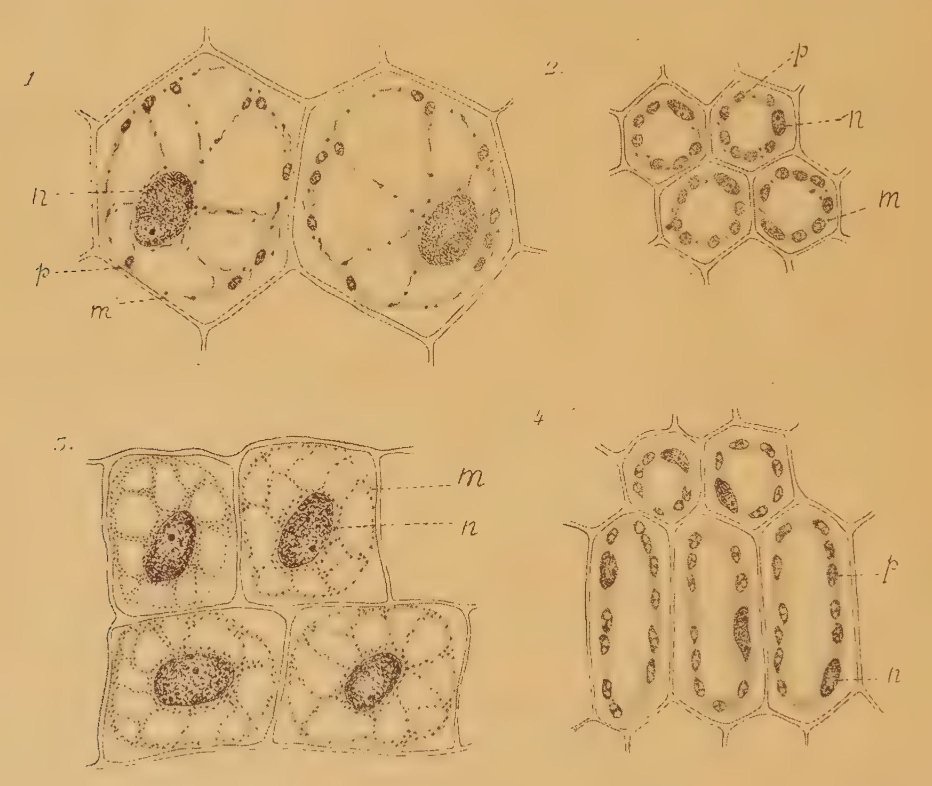
L'étude cytologique des cécidies, et tout particulièrement de l'appareil mitochondrial, paraît avoir été délaissée jusqu'à maintenant. Seuls, l'aspect extérieur et l'anatomie des cécidies ont fait l'objet de recherches étendues.

Nous décrivons ici quelques particularités de la cécidie produite par *Perrisia capitigena* Brem. sur *Euphorbia cyparissias* L. et par *Perrisia Veronicæ* Vallot sur *Veronica chamædrys* L. Ce sont deux acrocécidies terminales, la première déformant l'extrémité de la tige, la deuxième déformant la fleur. Elles se reconnaissent à leur aspect globuleux, en cône de houblon, dû à l'hypertrophie des feuilles de ce niveau et au raccourcissement de leurs entre-nœuds.

Dans chaque cas, deux séries de coupes ont été faites, d'une part dans la feuille de la région atteinte par l'agent cécidogène, d'autre part dans des feuilles recueillies au même niveau dans une plante saine. Dans chaque

cas également, les deux séries de préparations ont subi le même traitement, les résultats sont donc comparables.

Dans le cas d'*Euphorbia cyparissias* nous avons employé la technique mitochondriale de Regaud. Après mordançage de 24 heures dans l'alun et séjour de 48 heures dans l'hématoxyline, nous avons observé, chez la plante gallée, un noyau volumineux, arrondi, granuleux, occupant une région



1, cellules d'une feuille de la cécidie de *Perrisia capitigena* sur *Euphorbia cyparissias;* 2, cellules d'une feuille saine de la même plante; 3, cellules d'une feuille de la cécidie *Perrisia veronicæ* sur *Veronica chamædrys;* 4, cellules d'une feuille saine de la même plante; *m*, mitochondrie; *n*, noyau; *p*, plaste. × 1000.

voisine du centre de la cellule, un protoplasme très vacuolaire, un *chondriome abondant*, où sont représentés chondriocontes et mitochondries proprement dites, et *quelques plastes* de taille réduite. Les cellules de la plante saine, qu'il s'agisse de cellules du tissu palissadique ou de cellules du tissu lacuneux, non différenciées chez la plante gallée, montrent un noyau de taille plus réduite, de forme ovalaire, moins fortement coloré, occupant la partie périphérique de la cellule et autour d'une grande vacuole centrale

une bande de protoplasme supportant de *nombreux plastes* et *quelques mitochondries* (voir la figure ci-contre, 1 et 2).

Ainsi, sous l'influence de l'agent cécidogène nous avons observé chez *Euphorbia cyparissias* un arrêt dans l'évolution de l'appareil mitochondrial. Un fait semblable a été observé par Sou Jou Tsinen (1) dans le cas de la panachure des feuilles.

Dans le cas de *Veronica chamædrys* les fixations ont été faites au Bouin-Maire (acide picrique, formol, eau, acide acétique). La plante gallée montre, comme précédemment, un *chondriome abondant* à peine altéré par le fixateur, une *absence complète de plastes*. La plante saine montre, avec un noyau plus réduit, de *nombreux plastes* répartis à la périphérie de la cellule, *tout appareil mitochondrial fait défaut* (voir la figure ci-contre 3 et 4).

Nous constatons donc chez *Veronica chamædrys*, sous l'action de l'agent cécidogène, une résistance de l'appareil mitochondrial aux réactifs qui le détruisent ordinairement (acide acétique, alcool, hydrocarbures). Peut-être la présence de l'agent cécidogène détermine-t-elle une oxydation des cellules, oxydation qui permettrait d'expliquer, à la fois, la résistance du chondriome et le pouvoir chromatique du noyau plus accentué dans les tissus gallés que dans les tissus sains?

Il semblerait que nos observations, quant à la résistance du chondriome, s'opposent à celles de Beauverie (2) qui a vu, tout particulièrement chez la Ficaire parasitée par *Uromyces ficariæ*, une sensibilité plus grande du chondriome à l'action de la saponine. Il faut remarquer que nous avons opéré sur un matériel différent et avec d'autres réactifs.

Les particularités de l'appareil mitochondrial des deux cécidies que nous venons de décrire, ont été retrouvées par nous dans le cas de la cécidie caulinaire de *Platyptilia nemoralis* Zeller sur *Senecio cacaliaster* Lamk., l'acrocécidie de *Contarinea barbichei* Kieff sur *Lotus corniculatus* L., l'acrocécidie d'*Eriophyes tomasi* Nal. sur *Thymus chamædrys* Fries, l'acrocécidie d'*Adelges strobilobius* Kalt sur *Abies picea* L.

---

(1) Sou Jou Tsinen, *Recherches sur l'histologie des plantes panachées et le mécanisme cytologique de la panachure* (*Thèse doctorat Univ. Nancy*, 1924).

(2) J. Beauverie, *La résistance plastidaire et mitochondriale* (*Comptes rendus*, 172, 1921, p. 1195, et *Revue d'Auvergne*, 36, 1921, p 1-30).

ENTOMOLOGIE. — *Sur la glande trachéale de quelques insectes.* Note de M. **Motoi Sakurai**, présentée par M. Bouvier.

J'ai examiné précédemment avec M. Ishiwata la glande trachéale du ver à soie. Par sa positiou, sa structure et sa relation trachéale au moment de l'ecdysis, nous sommes arrivés à cette conclusion que la fonction de la glande était de faciliter la mue de la trachée. Nous avons trouvé de même cette glande chez les espèces suivantes de Lépidoptères : *Theophila mandarina* Morre, *Antheræa Yamamaï* G. M., *Antheræa Pernyi* G. M. et *Attacus cynthia* Drury.

Dans le but de déterminer la présence de la glande trachéale chez d'autres insectes, j'ai poursuivi sa recherche dans toute une série d'espèces de Lépidoptères, d'Hyménoptères, d'Hémiptère et de Coléoptère recueillies aux environs de Lyon. Les insectes dont je me suis servi pour ces études sont :

Lépidoptères : *Liparis salicis* L., *Plusia gamma* L., *Grapholita nigricana* Steph., *Tortrix Bergnanniana* L. ;

Hyménoptères : *Athalia spinarum* Fabr., *Hylotoma rosæ* de Geer ;

Hémiptère : *Pyrrhocoris apterus* Poda. ;

Coléoptère : *Telephorus rusticus* Eall.

Tous ces insectes ont été fixés au liquide de Bouin, puis les coupes faites après inclusion à la paraffine ont été colorées à l'hémalun et à l'éosine.

J'ai ainsi pu observer la glande trachéale chez les larves des Lépidoptères et des Hyménoptères ; par contre, je n'ai pu la déceler chez les imagos de *Pyrrhocoris* et de *Telephorus*. La position, la forme et la structure de la glande chez ces divers insectes sont généralement plus irrégulières que chez le ver à soie. La glande trachéale est située en général sur le bord de la trachée ; sa forme est en général sphérique ou ovalaire. Quelquefois, la glande n'est pas très développée et elle paraît être le renflement de la cellule de la paroi de la trachée. Elle se compose de trois cellules dont l'une est bien plus grosse que les autres.

La cellule, ou glande principale, qui possède un gros noyau, est assez développée ; elle est suspendue à la paroi de la trachée dans la cavité du corps et la base de la glande vient s'insérer parmi les cellules de la membrane trachéale. On peut la distinguer des cellules de cette paroi par ses dimensions spéciales et aussi par la différence d'affinité de son protoplasma pour les colorants. En même temps, on peut la différencier facilement des œnocytes

par sa position et sa structure. Voici les dimensions de la glande et du noyau principal, que j'ai mesurées chez des larves assez développées.

Noms des insectes.	Glande (en millièmes de mm). Long.	Larg.	Noyau principal (en millièmes de mm). Long.	Larg.
	μ	μ	μ	μ
Liparis salicis L.	72	40	35	23
Plusia gamma L.	45	32	24	15
Grapholita nigricana Steph.	47	20	12	8
Tortrix bergmanniana L.	24	19	15	9
Athalia spinarum Fabr.	27	19	13	8
Hylotoma rosæ de Geer.	52	31	28	16

En résumé, cette glande se trouve dans la paroi trachéale des larves de Lépidoptères et d'Hyménoptères que j'ai examinées. Par sa position, sa forme et sa structure, elle ressemble beaucoup à celle déjà observée chez le ver à soie. Il m'a semblé que cette glande trachéale, que l'on observe toujours chez le ver à soie, manque parfois chez les autres Lépidoptères et chez les Hyménoptères.

GÉNÉTIQUE. — *Sur une souche de souris, présentant une mutabilité insolite de la queue.* Note de Mme **N. Dobrovolskaïa-Zavadskaïa**, présentée par M. F. Mesnil.

A la suite de nos expériences sur la possibilité de la transmission héréditaire des modifications produites dans la cellule génitale mâle par les rayons X, nous avons sélectionné une souche de souris à queue anormale (courte ou absente). La question de savoir à quel point l'apparition de cette mutation peut être attribuée à la radio-lésion du progéniteur est très complexe, et nous l'avons déjà discutée en détail dans un Mémoire qui va bientôt paraître dans un autre Recueil.

Sans y revenir, nous nous bornerons à la présentation de la souche de souris mentionnée plus haut et que nous cultivons depuis plusieurs années.

Dans les lignées de souris anoures et brachyures, connues jusqu'à présent [Lang, 1912 (1), Duboscq, 1922 (2)], l'anomalie consistait en un raccour-

(1) *Zeitschr. f. indukt. Abstam. u. Vererbungs*, 8, 1912, p. 233 à 238.

(2) *C. R. de l'Assoc. franç. pour l'avanc. des Sciences*, (46e Réunion à Montpellier), 1922, p. 399 à 402.

cissement, plus ou moins prononcé, de la queue ou en sa disparition complète. Dans la souche en question, nous avons non seulement ce phénomène de la suppression partielle ou totale de cet organe, mais encore l'apparition de temps en temps de formes nouvelles, dont plusieurs ont été déjà décrites dans les Notes présentées à la Société de Biologie (¹).

Voici en quelques mots les mutations observées :

1° *Queue filiforme*. — Il s'agit ici du remplacement de la queue normale par un appendice fin et mou qui est cependant suffisamment viable pour persister pendant toute la vie de l'animal; sa longueur varie jusqu'à 12^{mm}.

2° *Étranglement basal*, *étranglement intermédiaire* et *bout flexible*. — Ce sont trois mutations analogues, mais avec une localisation différente. Elles sont caractérisées par l'amincissement marqué de la queue à un certain point et par l'apparition d'une mobilité anormale à ce niveau. Le phénomène qui est à la base de toutes ces mutations consiste en une interruption complète, à un point donné, de la continuité du squelette.

3° *Brachyurie accompagnée de coudures*. — La queue, plus ou moins raccourcie, est, en outre, déviée de sa direction normale par une, deux ou trois coudures, changements brusques de la ligne droite de l'organe. Ces modifications sont déterminées, comme l'ont montré les examens radiographiques de ces queues, par une croissance unilatérale insuffisante d'une vertèbre.

4° *Les mutations du type hélicoïde* intéressent, au contraire, toute une série de vertèbres contiguës ou même la queue tout entière. Le trait caractéristique de ces mutations est que la queue est enroulée régulièrement autour d'un axe, passant au centre de cet enroulement.

Toutes les mutations, décrites plus haut, ont surgi dans notre souche spontanément, à plusieurs reprises et dans les familles différentes, comme si elles étaient inhérentes à la souche dans sa totalité. Nous avons cherché depuis à isoler des lignées purifiées de différentes mutations par les croisements sélectifs des formes identiques ou aussi rapprochées que possible les unes des autres. Cette tâche est très difficile à cause du « facteur léthal », qui accompagne le facteur « queue raccourcie » chez la souris. Il semble que plus la mutation est originale, plus elle est sujette à l'action délétère de ce facteur. Cela se traduit par la rareté plus marquée de conceptions, par les avortements, par la pénurie de petits dans les portées, par leur fragilité extrême et par l'incapacité fréquente des mères de les allaiter.

Nous croyons néanmoins être en bonne voie d'isolement de deux groupes

(¹) *C. R. de la Soc. de Biol.*, 97, 1927, p. 116, 1140, 1583, 1585, et 98, 1928, p. 1301 et 1304.

principaux : 1° Les mutations où prédomine la disparition complète de squelette, et qui vont toujours de pair avec le phénomène de mortification totale ou partielle des parties de la queue, non suffisamment développées (caractère « non viable ») (¹). On peut classer dans ce groupe les souris anoures, sans rudiment osseux, et les souris à queue filiforme. Le phénomène de dessèchement et de mortification joue un rôle prépondérant dans l'origine de souris complètement anoures, et il accompagne toujours la queue filiforme chez les nouveau-nés; seulement, dans ce dernier cas, la mortification est limitée à la partie périphérique, et plus tôt elle s'arrête, plus longue est la queue filiforme. La parenté de ces mutations se manifeste par ce fait qu'elles peuvent se rencontrer dans les mêmes familles.

2° Toutes sortes de difformités squelettiques : coudures, contournement en hélice, épaississement localisé, suppression du développement d'une vertèbre, etc. Ce groupe n'est pas encore très différencié, et les changements de forme de squelette, mentionnés plus haut, se combinent souvent avec le phénomène de transformation de la partie terminale de la queue en un appendice filiforme sans squelette et avec le « caractère non viable » d'une partie de la queue.

Les souris de notre souche avec la queue anormale se comportent, au point de vue de l'hérédité, toujours comme des hybrides, c'est-à-dire elles donnent une disjonction immédiate de leurs descendants avec le retour au type normal. La queue anormale, en général, sans distinguer les formes particulières, se comporte comme un caractère mendélien dominant, accompagné d'un facteur léthal.

Dans nos recherches qui sont en train, nous cherchons à élucider la question de savoir s'il existe quelque régularité dans la différenciation des formes nouvelles variées.

Conclusion. — La variabilité de phénomènes morphologiques observés dans notre souche de souris anoures et brachyures, nous permet de désigner cette souche comme une *souche mutante*, analogue à celles d'*Œnothera Lamarckiana*, de Drosophile, etc.

(¹) *C. R. Soc. Biol.*, 97, 1927, p. 114.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Modifications biochimiques imprimées aux cultures de* B. abortus *en vue de la prémunition contre la fièvre ondulante.* Note de M. **Et. Burnet**, présentée par M. Roux.

L'heureux exemple de la vaccination antituberculeuse par le bacille B. C. G. de Calmette a révélé des ressources nouvelles pour la lutte contre certaines maladies infectieuses.

Entre les tuberculoses et les infections à *Brucella* (fièvre méditerranéenne, maladie de Bang), l'analogie est telle qu'une méthode efficace contre les B. tuberculeux doit être applicable contre les *Brucella* : d'un côté comme de l'autre, chronicité, production d'allergie (phénomène de Koch), résistance développée par « prémunition ».

Nous avons déjà montré [1] qu'on peut modifier le *M. melitensis* et le *B. abortus* en les cultivant en présence de bile de bœuf, ou d'antiseptiques tels que l'iodoforme, le formol et l'iode. On leur imprime le type *B. paramelitensis* (thermo-agglutinable et faible producteur d'anticorps), semblable au *B. paramelitensis* qu'il n'est pas rare d'isoler des sujets infectés.

Mais, tandis que les *Paramelitensis* naturels sont doués de virulence normale, ces *Paramelitensis* artificiels, obtenus par l'action de la bile ou de l'iodoforme, ne possèdent plus qu'une virulence diminuée.

Or, le *B. abortus* est, pour l'homme, ou non pathogène ou beaucoup moins pathogène que le *M. melitensis*. L'*Abortus* est déjà pour l'homme un vaccin naturel contre le *M. melitensis*. Ne pourrait-on, par une méthode analogue à celle de Calmette, atténuer ce qu'il peut rester de virulence à l'*Abortus*, amplifier son aptitude vaccinale, préparer un vaccin vivant pour la prémunition de l'homme et de la chèvre contre le *Melitensis* ?

Nous ne méconnaissons pas que ce vaccin devrait être stable dans son atténuation, et inoffensif même pour les bovidés, parmi lesquels il risquerait de se répandre. Nous n'avons encore fait que le premier pas dans cette voie.

Souche employée : un *B. abortus* tout récemment isolé d'un avortement de vache par le D[r] Rinjard. Culture biliée : le 29[e] passage d'une culture en bouillon additionné d'égal volume de bile; repiquage environ tous les 12 jours. Culture iodoformée : 29[e] passage d'une culture en bouillon additionné, pour 10^{cm^3}, de $0^{cm^3},15$ d'une solution

---

[1] *Archives Inst. Pasteur de Tunis*, 17, II, 1928, p. 108.

alcoolique d'iodoforme à 1 pour 100. Nous laissons de côté dans cette Note les cultures formolées et iodées.

Expériences sur le Cobaye. — Le même jour, avec culture normale et cultures modifiées, sont inoculés des lots de cobayes, tant sous la peau que par instillation conjonctivale. Tous les 10 jours on sacrifie un cobaye de chaque lot. On cherche le pouvoir agglutinant. On ensemence les organes : rate, moelle osseuse, ganglions lymphatiques (surtout, même chez les cobayes inoculés par voie sous-cutanée, les ganglions du cou).

Chez les témoins inoculés avec microbes normaux, les ganglions sont plus tuméfiés, la rate plus grosse, les ensemencements d'organes donnent des cultures très abondantes. Le titre du sérum est très élevé.

Chez les cobayes inoculés avec microbes biliés ou iodoformés, les ganglions restent petits, la rate petite; les ensemencements donnent point ou peu de colonies; le pouvoir agglutinant, sur une échelle de 20 à 1000, est nul.

Il y a parmi les cobayes des différences individuelles. Chez un sur douze environ, le microbe normal a été non agressif et le microbe modifié, non inoffensif. La raison nous échappe.

L'action de la bile et de l'iodoforme est frappante.

Expériences sur le Lapin. — Infectés avec le microbe normal, ils déploient un pouvoir agglutinant très élevé (2000-8000). Avec les microbes modifiés, pouvoir agglutinant nul. Nous n'avons cherché, sur les lapins, que cette différence. L'énormité des doses qu'ils avaient reçues (deux injections intraveineuses de 1 et 2 milliards) noyait les différences de degré d'infection.

Expériences sur l'espèce caprine. — Deux boucs d'un an reçoivent dans la veine jugulaire 2 milliards de microbes, biliés pour l'un, normaux pour l'autre.

Bouc aux microbes biliés : Quatre hémocultures (10e, 18e, 27e, 45e jours), négatives. Pouvoir agglutinant constamment nul. Ensemencement des organes le 46e jour. Aucune colonie d'aucun organe.

Bouc témoin : Les trois premières hémocultures, aux mêmes dates, positives. Le titre agglutinant monte à 4000. Ensemencement des organes le 46e jour : rien avec rate; culture avec la moelle osseuse, les ganglions axillaires et inguinaux.

Pour apprécier les résultats de ces ensemencements, il faut se rappeler que les *Brucella* inoculées disparaissent assez vite de la circulation et des organes de la chèvre, le *B. abortus* encore plus vite que le *M. melitensis*.

D'autres expériences nous ont montré que le *M. melitensis* se laisse atténuer comme le *B. abortus*; mais il ne conviendrait pas pour les applications pratiques.

En somme, un *B. abortus* retiré d'un avortement infectieux, modifié par l'action prolongée, en cultures successives, de la bile ou de l'iodoforme, a perdu une grande partie de sa virulence pour le cobaye (excellent réactif des *Brucella*) et même, autant qu'on peut actuellement en juger par des expériences de laboratoire, pour la chèvre.

Il est intéressant de constater, sur l'exemple de *B. abortus* et de *M. melitensis*, que des résultats semblables, dus sans doute à des actions physico-

chimiques, sont produits par la bile, dont Calmette vient d'illustrer les propriétés, et par ces antiseptiques, dont l'étude au point de vue de la virulence remonte à la plus belle époque pastorienne (expériences de Roux et de Chamberland).

La séance est levée à 16h.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 24 septembre 1928.)

Note de MM. *V. Grignard*, *L. Lapayre* et *Tchéou Faki*, Sur le monomagnésien de l'acétylène :

Page 517, ligne 7, *lire* en faisant passer l'acétylène; ligne 8, *lire* (C^2H^5MgBr).